

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“DISEÑO GEOMÉTRICO A NIVEL DE AFIRMADO DEL CAMINO VECINAL
SAN JUAN DE PAMPLONA – SANTA CLARA – VILLA HERMOSA, L=11 KM,
DISTRITO DE YURIMAGUAS – PROVINCIA DE ALTO AMAZONAS – REGIÓN
LORETO”**

PRESENTADO POR

BACH. : ALYSSA PAOLA VALVERDE FLORES

BACH. : JULIO ANTONIO BALLENA ORBE

ASESOR : ING. VÍCTOR HUGO SÁNCHEZ MERCADO

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

TOMO I

TARAPOTO – PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN - TARAPOTO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**"DISEÑO GEOMÉTRICO A NIVEL DE AFIRMADO DEL CAMINO
VECINAL SAN JUAN DE PAMPLONA – SANTA CLARA – VILLA
HERMOSA, L=11 KM, DISTRITO DE YURIMAGUAS – PROVINCIA DE
ALTO AMAZONAS – REGIÓN LORETO"**

PRESENTADA POR:

BACH. ALYSSA PAOLA VALVERDE FLORES
BACH. JULIO ANTONIO BALLENA ORBE

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

**SUSTENTADA Y APROBADA ANTE EL HONORABLE JURADO EL DÍA
29 DE SETIEMBRE DE 2017:**

Presidente : Ing° M.Sc. Victor Eduardo Samamé Zatta

Secretario : Ing° Juvenal Vicente Díaz Agip

Miembro : Ing° M.Sc. Rubén del Águila Panduro

Asesor : Ing° Víctor Hugo Sánchez Mercado



2017



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

Ciudad Universitaria-Distrito de Morales.
Telefax: 521402-Anexo 119. E-mail:Fica@unsm.edu.pe



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR TITULO
PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

En el Distrito de Morales, a las...12:00 horas del día viernes 29 de setiembre del año dos mil diecisiete, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura – Ciudad Universitaria – Morales, los miembros del Jurado Calificador: **Ing. M.Sc.VICTOR EDUARDO SAMAME ZATTA – Presidente**, **Ing. JUVENAL VICENTE DIAZ AGIP - Secretario** e **Ing. M.Sc. RUBEN DEL AGUILA PANDURO**, así también se contó con la presencia de su **Asesor Ing. VICTOR HUGO SÁNCHEZ MERCADO** con el objetivo de escuchar la sustentación y calificación de la Tesis Titulada:

DISEÑO GEOMÉTRICO A NIVEL DE AFIRMADO DEL CAMINO VECINAL SAN JUAN DE PAMPLONA - SANTA CLARA - VILLA HERMOSA L=11KM, DISTRITO DE YURIMAGUAS – PROVINCIA DE ALTO AMAZONAS –REGION LORETO, a cargo de los Bachilleres **ALYSSA PAOLA VALVERDE FLORES** y **JULIO ANTONIO BALLENA ORBE**, con el fin de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil y dando cumplimiento a lo dispuesto por el **Circular N° 042-2017-UNSM/FICA-D** de fecha 21 de setiembre del 2017 de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Escuchada la Sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas, los señores miembros del Jurado Calificador de Tesis, después de debatir entre sí, reservada y libremente, declararon APROBADO con el calificativo de 15 (QUINCE).

A continuación, el Presidente del Jurado Calificador hizo saber a los sustentantes el resultado de la Sustentación, con el cual se dio por terminado el acto, levantándose la presente Acta por cuadruplicado, siendo las...13:15 horas del mismo día, la misma que fue suscrita y transcrita al Libro de Sustentaciones de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura - Escuela Profesional de Ingeniería Civil, los que en ella intervinieron.



Ing. M.Sc. VICTOR EDUARDO SAMAME ZATTA
Presidente



Ing. JUVENAL VICENTE DIAZ AGIP
Secretario



Ing. M.Sc. RUBEN DEL AGUILA PANDURO
Miembro

Ing. VICTOR HUGO SÁNCHEZ MERCADO
Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

Ciudad Universitaria-Distrito de Morales.
Telefax: 521402-Anexo 119. E-mail: Fica@unsm.edu.pe

FACULTAD DE
INGENIERÍA CIVIL



Facultad de Ingeniería Civil

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

En el Distrito de Morales, a las 12:00 horas del día viernes 29 de setiembre del año dos mil diecisiete, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura – Ciudad Universitaria – Morales, los miembros del Jurado Calificador: **Ing. M.Sc. VICTOR EDUARDO SAMAME ZATTA – Presidente**, **Ing. JUVENAL VICENTE DIAZ AGIP - Secretario** e **Ing. M.Sc. RUBEN DEL AGUILA PANDURO**, así también se contó con la presencia de su **Asesor Ing. VICTOR HUGO SÁNCHEZ MERCADO** con el objetivo de escuchar la sustentación y calificación de la Tesis Titulada:

DISEÑO GEOMÉTRICO A NIVEL DE AFIRMADO DEL CAMINO VECINAL SAN JUAN DE PAMPLONA - SANTA CLARA - VILLA HERMOSA L=11KM, DISTRITO DE YURIMAGUAS – PROVINCIA DE ALTO AMAZONAS –REGION LORETO, a cargo de los Bachilleres **ALYSSA PAOLA VALVERDE FLORES** y **JULIO ANTONIO BALLENA ORBE**, con el fin de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil y dando cumplimiento a lo dispuesto por el **Circular N° 042-2017-UNSM/FICA-D** de fecha 21 de setiembre del 2017 de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Escuchada la Sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas, los señores miembros del Jurado Calificador de Tesis, después de debatir entre sí, reservada y libremente, declararon Aprobado con el calificativo de 15 (Quince).

A continuación, el Presidente del Jurado Calificador hizo saber a los sustentantes el resultado de la Sustentación, con el cual se dio por terminado el acto, levantándose la presente Acta por cuádruplicado, siendo las 13:15 horas del mismo día, la misma que fue suscrita y transcrita al Libro de Sustentaciones de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura - Escuela Profesional de Ingeniería Civil, los que en ella intervinieron.



Ing. M.Sc. VICTOR EDUARDO SAMAME ZATTA
Presidente



Ing. JUVENAL VICENTE DIAZ AGIP
Secretario



Ing. M.Sc. RUBEN DEL AGUILA PANDURO
Miembro



Ing. VICTOR HUGO SÁNCHEZ MERCADO
Asesor

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres: VALVERDE FLORES ALYSSA PAOLA	
Código de alumno : 113132	Teléfono: 944 893484
Correo electrónico : alyssapaola.valverde@gmail.com	DNI: 47842868

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de: INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de: INGENIERÍA CIVIL

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título : DISEÑO GEOMÉTRICO A NIVEL DE AFIRMADO DEL CAMINO VECINAL SAN JUAN DE PAMPLONA-SANTA CLARA-VILLA HERMOSA, L=11 KM, DISTRITO DE YURIMAGUAS-PROVINCIA DE ALTO AMAZONAS- REGION LORETO.
Año de publicación: 2018

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia **CREATIVE COMMONS**

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

Firma del Autor

8. Para ser llenado por la Biblioteca Central

Fecha de recepción del documento por el Sistema de Bibliotecas:

25 / 01 / 2018



Firma de Unidad de Biblioteca

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres: <u>BALLENA OPE JULIO ANTONIO</u>	
Código de alumno : <u>113102</u>	Teléfono: <u>949674699</u>
Correo electrónico : <u>julioantonio.ballena@gmail.com</u>	DNI: <u>70262102</u>

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de: <u>INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA</u>
Escuela Profesional de: <u>INGENIERIA CIVIL</u>

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(x)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título : <u>DISEÑO GEOMÉTRICO A NIVEL DE AFIRMANDO DEL CAMINO VECINAL SAN JUAN DE PAMPLONA - SANTA CLARA - VILLA HERMOSA, L=11 KM, DISTRITO DE YURIMAGUAS - PROVINCIA DE ALTO AMAZONAS - REGIÓN LORETO</u>
Año de publicación: <u>2018</u>

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(x)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia **CREATIVE COMMONS**

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".


.....
Firma del Autor

8. Para ser llenado por la Biblioteca Central

Fecha de recepción del documento por el Sistema de Bibliotecas:

25 / 01 / 2018



.....
Firma de Unidad de Biblioteca

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.



DECLARACIÓN JURADA

Yo, Ayessa Paola Valverde Flores..... identificado con DNI
N° 47842868....., domicilio legal Rj: Emigerno Flores C-01..... a efecto
de cumplir con las Disposiciones Vigentes consideradas en el Reglamento de Grados
y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de
San Martín- Tarapoto, DECLARO BAJO JURAMENTO, que todos los documentos,
datos e información de la presente tesis y/o Informe de Ingeniería, son auténticos y
veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad,
ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la Información aportada,
por lo cual someto a lo dispuesto en las Normas Académicas de la Universidad
Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 25.....de Enero.....2018...

FIRMA



HUELLA DIGITAL



DECLARACIÓN JURADA

Yo, Julio Antonio Ballena Orbe.....identificado con DNI
N° 70262102....., domicilio legal Je. España N° 824 - Tarapoto.....a efecto
de cumplir con las Disposiciones Vigentes consideradas en el Reglamento de Grados
y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de
San Martín- Tarapoto, DECLARO BAJO JURAMENTO, que todos los documentos,
datos e información de la presente tesis y/o Informe de Ingeniería, son auténticos y
veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad,
ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la Información aportada,
por lo cual someto a lo dispuesto en las Normas Académicas de la Universidad
Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 25.....de Enero.....2018...

.....

FIRMA

.....

HUELLA DIGITAL

ALYSSA PAOLA VALVERDE FLORES

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, salud, iluminar mi camino para cumplir mis metas y seguir adelante en mis proyectos.

A mis padres por ser el pilar que contribuyó en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo y por su infinito amor.

Todo este trabajo se hizo posible gracias a ellos, los amo demasiado.

JULIO ANTONIO BALLENA ORBE

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida, la fortaleza y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

De igual forma dedico esta tesis a mi madre **Elizabeth Orbe Panduro** que ha sabido formarme con buenos hábitos de humildad, sentimientos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante ante cualquier obstáculo.

A mi hermana **Janeth Ramírez Orbe**, a quien quiero como una segunda madre, por estar dispuesta a escucharme y ayudarme en cualquier momento.

A mi cuñado **Norman Soria Bardalez** y mis sobrinos **Renzo y Sebastian**, por haberme brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

Y a todas las personas, familiares y amigos, quienes ayudaron con un granito de arena, para hacer realidad este logro importante de mi formación profesional.

ALYSSA PAOLA VALVERDE FLORES

AGRADECIMIENTO

A Dios, por guiarme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar dificultades y permitirme un logro más en mi vida.

A mis padres por estar siempre junto a mí y por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se los debo a ellos entre los que incluye este. Me formaron con moral y ética, y me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

JULIO ANTONIO BALLENA ORBE

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Martín por brindarnos una educación democrática y de calidad; y habernos formado con competencias personales y sobre todo humanas.

Así mismo, manifestamos nuestro reconocido agradecimiento a los Docentes de la Escuela de Ingeniería Civil por los conocimientos impartidos para el logro de nuestra formación profesional.

A mi asesor el Ing. Víctor Hugo Sánchez Mercado, por su buena voluntad, disponibilidad y haberme dado la oportunidad de realizar mi tesis.

A nuestro jurado por sus recomendaciones con la finalidad de mejorar éste trabajo, a todos ellos nuestro más sincero agradecimiento.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	x
AGRADECIMIENTO.....	xi
ÍNDICE	xii
ÍNDICE DE PLANOS.....	xviii
ÍNDICE DE TABLAS	xix
ÍNDICE DE CUADROS	xx
ÍNDICE DE FIGURAS	xxi
ÍNDICE DE MAPAS.....	xxi
RESUMEN	xxii
ABSTRACT	xxiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. GENERALIDADES	1
1.2. EXPLORACIÓN PRELIMINAR ORIENTANDO LA INVESTIGACIÓN	2
1.3. ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO	2
1.3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	2
1.3.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y POLÍTICA	2
1.3.1.2. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y TOPOGRÁFICAS.....	4
1.3.1.3. ÁREA DE INFLUENCIA	5
1.3.1.4. SITUACIÓN ACTUAL DE LA VÍA.....	5
1.3.1.5. VÍAS DE ACCESO	6
1.3.1.6. POBLACIÓN BENEFICIADA.....	6
1.3.1.7. CONDICIONES ECONÓMICAS.....	6
1.3.2. ESTUDIOS ESPECIALES PRELIMINARES	7
1.3.2.1. RECONOCIMIENTO DE LA ZONA DE ESTUDIO	7
1.3.2.2. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS INICIAL, FINAL Y PUNTOS OBLIGADOS DE PASO.....	7
1.3.2.3. SELECCIÓN DE LA MEJOR RUTA	8
1.3.2.4. TRAZO DE LA LÍNEA DE GRADIENTE	8
1.3.2.5. UBICACIÓN DE LA POLIGONAL EN ESTUDIO.....	9
1.3.2.6. CARACTERÍSTICAS DE LA RUTA SELECCIONADA.....	9
1.3.2.7. ESTUDIO TOPOGRÁFICO	9
1.3.2.8. ESTUDIO HIDROLÓGICO	9
1.3.2.9. ESTUDIO DE GEOLOGÍA DEL SUELO DEL ÁREA PROYECTO	10

1.3.2.10. ESTUDIO DE SUELOS.....	10
II. MARCO TEÓRICO.....	11
2.1. ANTECEDENTES, PLANTEAMIENTO, DELIMITACIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA A RESOLVER.....	11
2.1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	11
2.1.2. PLANTEAMIENTO PROBLEMA	11
2.1.3. DELIMITACIÓN.....	12
2.1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA A RESOLVER	12
2.2. OBJETIVOS	12
2.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	12
2.2.2. OBJETIVO ESPECIFICO	12
2.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	13
2.3.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	13
2.3.2. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	13
2.3.3. JUSTIFICACIÓN DE VIABILIDAD.....	13
2.3.4. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	13
2.4. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
2.4.1. ALCANCES	14
2.4.2. LIMITACIONES	14
2.5. MARCO TEÓRICO.....	14
2.5.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	14
2.5.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	15
2.5.2.1. DISEÑO GEOMÉTRICO	15
2.5.2.1.1. SELECCIÓN DEL TIPO DE VÍA Y PARÁMETROS DE DISEÑO.....	15
2.5.2.1.1.1. VELOCIDAD DIRECTRIZ.....	15
2.5.2.1.1.2. DISTANCIA DE VISIBILIDAD.....	16
2.5.2.1.1.3. ALINEAMIENTO HORIZONTAL.....	17
2.5.2.1.1.4. ALINEAMIENTO VERTICAL	24
2.5.2.1.1.5. SECCIÓN TRANSVERSAL.....	27
2.5.2.1.2. EJE LONGITUDINAL	28
2.5.2.1.2.1. UBICACIÓN DEL EJE LONGITUDINAL.....	29
2.5.2.1.3. NIVELACIÓN DEL EJE LONGITUDINAL, COLOCACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL, PERFILES LONGITUDINALES	30
2.5.2.1.3.1. OBTENCIÓN DEL PRIMER B.M.....	30

2.5.2.1.3.2. NIVELACIÓN DE LAS ESTACIONES Y UBICACIÓN DE LOS BM DEL PROYECTO.....	30
2.5.2.1.3.3. SECCIONAMIENTO TRANSVERSAL.....	31
2.5.2.2. DISEÑO DE PAVIMENTOS	31
2.5.2.2.1. FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DISEÑO DE UN PAVIMENTO	31
2.5.2.2.2. MOMENTOS DE EFECTUAR UN PAVIMENTO	31
2.5.2.2.3. CONDICIONES QUE DEBE TENER UNA BUENA CALZADA	32
2.5.2.3. ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DRENAJE	33
2.5.2.3.1. GENERALIDADES	33
2.5.2.3.2. DRENAJE SUPERFICIAL	34
2.5.2.3.2.1. CONSIDERACIONES GENERALES.....	34
2.5.2.3.2.2. HIDROLOGÍA Y CÁLCULOS HIDRÁULICOS	36
2.5.2.3.2.3. ELEMENTOS FÍSICOS DEL DRENAJE SUPERFICIAL	40
2.5.2.4. ESTUDIO DE SUELOS Y CANTERAS	45
2.5.2.4.1. GENERALIDADES	45
2.5.2.4.2. ESTUDIO DE SUELOS	45
2.5.2.4.3. ESTABILIZACIONES	55
2.5.2.5. SEÑALIZACIÓN	59
2.5.2.5.1. GENERALIDADES	59
2.5.2.5.2. SEÑALES VERTICALES.....	59
2.5.2.5.2.1. TIPOS DE SEÑALES VERTICALES	59
2.5.3. MARCO CONCEPTUAL: TERMINOLOGÍA BÁSICA	60
2.5.4. MARCO HISTÓRICO	63
2.5.5. HIPÓTESIS A DEMOSTRAR	65
III. MATERIALES Y MÉTODOS	66
3.1. MATERIALES.....	66
3.1.1. RECURSO HUMANOS	66
3.1.2. RECURSOS MATERIALES	66
3.2. METODOLOGÍA.....	67
3.2.1. UNIVERSO, MUESTRA POBLACIÓN	67
3.2.2. SISTEMAS DE VARIABLES	67
3.2.2.1. VARIABLE DEPENDIENTE	67
3.2.2.2. VARIABLE INDEPENDIENTE	67
3.2.3. DISEÑO EXPERIMENTAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	68

3.2.4. DISEÑO INSTRUMENTAL.....	68
3.2.4.1. FUENTES TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE SELECCIÓN DE DATOS	68
3.2.5. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	68
3.2.5.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS	69
3.2.5.2. INFORMACIÓN DEL PROYECTO: DISEÑO OBTENIDO.....	69
3.2.5.2.1. DETALLE DE EJECUCIÓN DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES	69
3.2.5.2.2. TRAZO DEL PERFIL LONGITUDINAL	69
3.2.5.3. CRITERIOS GENERALES DE APLICACIÓN	69
3.2.5.4. ALINEAMIENTO HORIZONTAL.....	70
3.2.5.5. CURVAS HORIZONTALES.....	70
3.2.5.5.1. RADIOS MÍNIMOS NORMALES	70
3.2.5.5.2. HOMogeneidad DEL TRAZO	70
3.2.5.5.3. DESARROLLO DE CURVAS	71
3.2.5.5.4. PERALTES Y SOBREENCHOS.....	71
3.2.5.6. SECCIONES TRANSVERSALES	71
3.2.5.6.1. CALZADA.....	71
3.2.5.6.2. PLAZOLETAS DE CRUCE.....	71
3.2.5.6.3. TRANSICIÓN DEL PERALTE	72
3.2.5.7. TRAZADO DE PERFIL LONGITUDINAL	72
3.2.5.7.1. PERFIL LONGITUDINAL PROPUESTO	72
3.2.5.7.2. PENDIENTES	72
3.2.5.8. EXPLORACIÓN DE CANTERAS	73
3.2.5.9. METODOLOGÍA DEL TRABAJO A REALIZAR	73
3.2.5.10. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS	73
3.2.5.10.1. UBICACIÓN DE CALICATAS REALIZADAS	74
3.2.5.10.2. MUESTREO DE SUELOS Y PRUEBAS PRACTICADAS.....	75
3.2.5.10.3. CAPACIDAD PORTANTE CBR.....	75
3.2.5.10.4. ENSAYOS DE LABORATORIO EFECTUADOS.....	75
3.2.5.10.5. UBICACIÓN DE CALICATAS.....	76
3.2.5.10.6. PERFIL ESTRATIGRÁFICO	76
3.2.5.11. DISEÑO DE PAVIMENTOS	76
3.2.5.11.1. PERFIL LONGITUDINAL PROPUESTO	76
3.2.5.12. ESTUDIO HIDRÁULICO	76
3.2.5.12.1. DRENAJE DE AGUAS SUPERFICIALES	76

3.2.5.12.1.1. OBRAS DE DRENAJE	76
IV. RESULTADOS.....	78
4.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	78
4.1.1. VISITA DE CAMPO PRELIMINAR	78
4.1.2. ESTUDIO SOCIO ECONÓMICO	79
4.2. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA.....	79
4.2.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	79
4.2.2. DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE DISEÑO.....	82
4.2.3. DETERMINACIÓN DEL RADIO DE CURVATURA.....	82
4.2.4. DISTANCIA DE VISIBILIDAD.....	83
4.2.5. SECCIÓN TRANSVERSAL.....	83
4.2.6. ALINEAMIENTO HORIZONTAL.....	84
4.2.7. TRAZADO Y NIVELACIÓN DEL EJE LONGITUDINAL	89
4.2.7.1. PERFIL LONGITUDINAL EXISTENTE Y PROPUESTO.....	89
4.2.7.2. PENDIENTES	89
4.3. ESTUDIO DE SUELOS	93
4.3.1. TIPOS DE SUELOS DE LA SUB-RASANTE	93
4.3.2. CAPACIDAD PORTANTE (CBR)	95
4.4. ESTUDIO DE CANTERA Y FUENTES DE AGUA	95
4.4.1. UBICACIÓN DE LA CANTERA	95
4.4.2. POTENCIA DE CANTERA.....	96
4.4.3. FUENTE DE AGUA.....	96
4.4.4. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES	96
4.4.5. ENSAYOS DE LABORATORIOS EFECTUADOS	96
4.5. DISEÑO DE PAVIMENTOS	97
4.5.1. VOLUMEN DE TRÁFICO.....	97
4.5.2. ANÁLISIS DE TRÁFICO.....	97
4.5.3. DISEÑO DEL ESPESOR DEL PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE NAASRA..	97
4.5.4. NUMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES.....	98
4.5.4.1. FACTOR DE EQUIVALENCIA POR EJE	99
4.5.4.2. CALCULO DE NUMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES....	99
4.5.4.3. CALCULO DEL ESPESOR DEL AFIRMADO	99
4.6. SEÑALIZACIÓN	100
4.7. DISEÑO DE OBRAS DE ARTE.....	100

4.7.1. DISEÑO DE ALCANTARILLAS.....	100
4.8. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	101
4.8.1. CONSIDERACIONES GENERALES	102
4.8.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES.....	103
V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	105
5.1. ESTUDIO SOCIOECONÓMICO	105
5.2. ESTUDIOS DE INGENIERÍA	105
5.2.1. MECÁNICA DE SUELOS.....	105
5.2.2. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA.....	106
5.2.3. DISEÑO DEL PAVIMENTO.....	106
5.2.4. DISEÑO DE OBRAS DE ARTE.....	106
5.2.5. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	106
5.3. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	106
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	108
6.1. CONCLUSIONES.....	108
6.2. RECOMENDACIONES	108
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	110
7.1. BIBLIOGRAFÍA	110
7.2. LINKOGRAFÍA	111
VIII. ANEXOS.....	112
ANEXO N° 01- DISEÑO GEOMÉTRICO	
ANEXO N° 02- DISEÑO DE ALCANTARILLAS	
ANEXO N° 03- DISEÑO DE CUNETAS	
ANEXO N° 04- ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS	
ANEXO N° 05- PANEL FOTOGRÁFICO	
ANEXO N° 06- PLANOS	

ÍNDICE DE PLANOS

LAMINA PU-01: PLANO DE UBICACIÓN

LAMINA PCL-01: PLANO CLAVE

LAMINA PP-01: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL DEL KM-0+000 AL KM- 1+000

LAMINA PP-02: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL DEL KM-1+000 AL KM- 2+000

LAMINA PP-03: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL DEL KM-2+000 AL KM- 3+000

LAMINA PP-04: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL DEL KM-3+000 AL KM- 4+000

LAMINA PP-05: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL DEL KM-4+000 AL KM- 5+000

LAMINA PP-06: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL DEL KM-5+000 AL KM- 6+000

LAMINA PP-07: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL DEL KM-6+000 AL KM- 7+000

LAMINA PP-08: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL DEL KM-7+000 AL KM- 8+000

LAMINA PP-09: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL DEL KM-8+000 AL KM- 9+000

LAMINA PP-10: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL DEL KM-9+000 AL KM- 10+000

LAMINA PP-11: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL DEL KM-10+000 AL KM- 11+000

LAMINA ST-01: SECCIONES TRANSVERSALES KM-0+000 AL KM- 1+640

LAMINA ST-02: SECCIONES TRANSVERSALES KM-1+660 AL KM- 3+140

LAMINA ST-03: SECCIONES TRANSVERSALES KM-3+160 AL KM- 4+750

LAMINA ST-04: SECCIONES TRANSVERSALES KM-4+760 AL KM- 6+260

LAMINA ST-05: SECCIONES TRANSVERSALES KM-6+280 AL KM- 7+780

LAMINA ST-06: SECCIONES TRANSVERSALES KM-7+790 AL KM- 9+350

LAMINA ST-07: SECCIONES TRANSVERSALES KM-9+360 AL KM- 11+000

LAMINA ST-001: SECCIONES TÍPICAS

LAMINA PA-01: PLANO DE ALCANTARILLA

LAMINA PS-01: SEÑALIZACIÓN KM-0+000 AL KM- 2+00

LAMINA PS-02: SEÑALIZACIÓN KM-2+000 AL KM- 4+00

LAMINA PS-03: SEÑALIZACIÓN KM-4+000 AL KM- 6+00

LAMINA PS-04: SEÑALIZACIÓN KM-6+000 AL KM- 8+00

LAMINA PS-05: SEÑALIZACIÓN KM-8+000 AL KM- 10+00

LAMINA PS-06: SEÑALIZACIÓN KM-10+000 AL KM- 11+00

LAMINA PC-01: PLANO DE CANTERA

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 0 1: POBLACIÓN BENEFICIARIA	6
TABLA N° 0 2: ACTIVIDADES ECONÓMICAS DESARROLLADAS	7
TABLA N° 0 3: UBICACIÓN DE PLAZOLETAS DE CRUCE	71
TABLA N° 0 4: UBICACIÓN DE CALICATAS	74
TABLA N° 0 5: RESULTADOS DE LA RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	78
TABLA N° 0 6: POBLACIÓN	79
TABLA N° 0 7: PRINCIPALES ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLAN EN EL ÁREA DEL PROYECTO	79
TABLA N° 0 8: DETERMINACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA	80
TABLA N° 0 9: CONTROL ALTIMÉTRICO	80
TABLA N° 0 10: UBICACIÓN DE LA OBRAS DE ARTE	81
TABLA N° 0 11: VELOCIDAD DE DISEÑO.....	82
TABLA N° 0 12: RADIOS DE CURVATURA	82
TABLA N° 0 13: DISTANCIA DE VISIBILIDAD	83
TABLA N° 0 14: UBICACIÓN DE LAS PLAZOLETAS DE CRUCE	84
TABLA N° 0 15: ELEMENTOS DE LA CURVA	85
TABLA N° 0 16: PENDIENTE DE DISEÑO CONSIDERADOS	89
TABLA N° 0 17: TIPOS DE SUELOS DE LA SUB-RASANTE	93
TABLA N° 0 18: VALORES DE CBR DE LA SUB-RASANTE	95
TABLA N° 0 19: ENSAYOS DE LABORATORIO EFECTUADOS.....	96
TABLA N° 0 20: TIPO DE VEHÍCULOS	97
TABLA N° 0 21: OBRAS DE ARTE PROYECTADAS	100

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N° 0 1: DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (metros)	16
CUADRO N° 0 2: DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO	17
CUADRO N° 0 3: ÁNGULOS DE DEFLEXIÓN MÁXIMOS PARA LOS QUE NO SE REQUIERE CURVA HORIZONTAL	18
CUADRO N° 0 4: RADIOS MÍNIMOS Y PERALTES MÁXIMOS.....	19
CUADRO N° 0 5: NECESIDAD DE CURVAS DE TRANSICIÓN	20
CUADRO N° 0 6: LONGITUD DESEABLE DE LA CURVA DE TRANSICIÓN.....	21
CUADRO N° 0 7: FRICCIÓN TRANSVERSAL MÁXIMA EN CURVAS	22
CUADRO N° 0 8: LONGITUDES MÍNIMAS DE TRANSICIÓN DE BOMBEO Y TRANSICIÓN DE PERALTE (m).....	23
CUADRO N° 0 9: SOBREANCHO DE LA CALZADA EN CURVAS CIRCULARES (m)	23
CUADRO N° 0 10: ÍNDICE K PARA EL CÁLCULO DE LA LONGITUD DE CURVA VERTICAL CONVEXA	25
CUADRO N° 0 11: ÍNDICE PARA EL CÁLCULO DE LA LONGITUD DE CURVA VERTICAL CÓNCAVA	26
CUADRO N° 0 12: PENDIENTES MÁXIMAS	26
CUADRO N° 0 13: ANCHO MÍNIMO DE LA CALZADA EN TANGENTE (m)	27
CUADRO N° 0 14: RIESGO DE EXCEDENCIA (%) DURANTE LA VIDA ÚTIL PARA DIVERSOS PERIODOS DE RETORNO	35
CUADRO N° 0 15: PERIODOS DE RETORNO PARA DISEÑO DE OBRAS DE DRENAJE EN CAMINOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO	35
CUADRO N° 0 16: COEFICIENTE DE DURACIÓN LLUVIAS ENTRE 48 HORAS Y UNA HORA	37
CUADRO N° 0 17: VALORES PARA LA DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	38
CUADRO N° 0 18: COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	38
CUADRO N° 0 19: COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	38
CUADRO N° 0 20: VALORES DEL COEFICIENTE DE MANNING	39
CUADRO N° 0 21: DIMENSIONES MÍNIMAS DE LAS CUNETAS.....	41
CUADRO N° 0 22: MÁXIMAS DISTANCIA RECOMENDABLE ENTRE DOS ALCANTARILLA (metros).....	43
CUADRO N° 0 23: TAMAÑOS DE PARTÍCULAS PARA AGREGADOS	47
CUADRO N° 0 24: CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS – MÉTODO AASHTO	49

CUADRO N° 0 25: CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN ÍNDICE DE GRUPO	50
CUADRO N° 0 26: VALORES CORRESPONDIENTES A LAS MUESTRAS PATRÓN (MACADAM).....	53
CUADRO N° 0 27: CLASIFICACIÓN TÍPICA DE CBR	53
CUADRO N° 0 28: LONGITUD DE TRANSICIÓN EN PERALTE	72

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 0 1: DETERMINACIÓN DE ESPESOR DE CAPA DE REVESTIMIENTO GRANULAR	32
FIGURA N° 0 2: CATALOGO DE CAPAS DE REVESTIMIENTO GRANULAR.....	33
FIGURA N° 0 3: DESAGÜE SOBRE LOS TALUDES EN RELLENO.....	40
FIGURA N° 0 4: CUNETA REVESTIDA.....	41
FIGURA N° 0 5: LÍNEA TÍPICA REVESTIDA.....	42
FIGURA N° 0 6: BADENES.....	44

ÍNDICE DE MAPAS

MAPA N° 0 1: UBICACIÓN EN EL PAÍS EL DEPARTAMENTO DE LORETO	3
MAPA N° 0 2: UBICACIÓN DE LA PROVINCIA DE ALTO AMAZONAS	3
MAPA N° 0 3: UBICACIÓN DEL DISTRITO DE YURIMAGUAS.....	3
MAPA N° 0 4: UBICACIÓN DEL PUNTO DE INICIO DEL TRAMO	3
MAPA N° 0 5: UBICACIÓN DEL CAMINO VECINAL EN ESTUDIO	4

RESUMEN

El presente proyecto de investigación, denominado “DISEÑO GEOMÉTRICO A NIVEL DE AFIRMADO DEL CAMINO VECINAL SAN JUAN DE PAMPLONA – SANTA CLARA – VILLA HERMOSA, L=11 KM, DISTRITO DE YURIMAGUAS – PROVINCIA DE ALTO AMAZONAS – REGIÓN LORETO”, se desarrolló con fines de participar en la solución de la problemática vial existente con dirección a la Localidad de Villa Hermosa, ya que la condición actual del camino no es la suficientemente adecuada para el traslado de carga y pasajeros, porque no garantiza una vía segura de fácil acceso en óptimas condiciones de seveciabilidad.

Se realizó los estudios básicos de ingeniería como son. El estudio topográfico, el estudio de suelos, análisis de canteras y las demás actividades como: diseño geométrico, estudio de tráfico, diseño de pavimento a nivel de afirmado, la señalización, el estudio de impacto ambiental.

Mediante nuestro estudio Socio-Económico, se dio como actividad principal es la producción y agropecuaria, así mismo se dedican al comercio, entonces con la ejecución de este camino vecinal, la productividad se incrementa ya que será más fácil el desplazamiento de los productos del campo a la ciudad.

Y para la conformación del espesor de afirmado, mediante nuestro estudio de suelo se consideró un valor promedio de C.B.R. de 15%, con la cual se determina que la sub-rasante es buena, entonces nuestro espesor para la estructura del AFIRMADO nos resulta de 20 cm.

PALABRAS CLAVES:

Diseño Geométrico, Camino Vecinal, nivel de Afirmado, drenaje.

Los Autores

ABSTRACT

The following research project, entitled as “GEOMETRIC DESIGN AT AFFIRMED LEVEL OF THE NEIGHBORHOOD ROAD SAN JUAN DE PAMPLONA – SANTA CLARA – VILLA HERMOSA, L = 11 KM, DISTRICT OF YURIMAGUAS – PROVINCE OF ALTO AMAZONAS – LORETO REGION”, was developed for to participate in the solution of the existing road problems with direction to the Locality of Villa Hermosa, since the current condition of the road is not adequate enough for the transfer of cargo and passengers, because it does not guarantee a safe route of easy access in optimal service conditions.

Basic engineering studies were done as they are. The topographical study, the study of soils, analysis of quarries and other activities such as: geometric design, traffic study, pavement design at level of affirmed, signaling, environmental impact study.

Though our Socio - Economic study, the main activity was production and agriculture, and also engaged in trade, then with the implementation of this neighborhood road productivity increases as it will easier to move the products of the to the city.

And for the conformation of the thickness of affirmed, by our study of soil was considere dan average value of C.B.R. of 15%, with which it is determined that the sub-grade is good, the our thickness for the structure of the AFFIRMED results to us of 20 cm.

KEYWORDS:

Geometric Design, Neighborhood Road, Affirmed level, drainage.



I. INTRODUCCIÓN

1.1. GENERALIDADES

Las vías terrestres eran en sus comienzos simples senderos, que fueron utilizados tanto por el hombre y los mismos animales en sus desplazamientos diarios. Con el pasar de los tiempos y la utilización del transporte en mayor proporción se construyeron los caminos de herradura, que hasta la fecha todavía existen en los lugares en donde no ha sido posible el desarrollo de caminos carreteros.

La revolución del transporte terrestre tuvo lugar durante el siglo pasado con la invención de la locomotora, primero, que permitió el desarrollo de los ferrocarriles y, luego, con la invención de los motores de explosión que favoreciendo el desarrollo de los caminos carreteros. Con posterioridad, los caminos carreteros son mejorados mediante el uso del cemento y asfalto, convirtiéndose en modernas autopistas.

Todo proceso histórico ha conformado una estructuración en el sistema de transporte como elemento de apoyo que resulta coherente y funcional, para la finalidad del sistema de producción que ha imperado en la región, pero que en modo alguno constituye una infraestructura que permita implementar todo esfuerzo de integración económica y social tendiente a disminuir el aislamiento en las que se ven envueltos las localidades.

Para poder desarrollar este proyecto de tesis debemos de tener en cuenta los conocimientos adquiridos en las distintas asignaturas desarrolladas durante el periodo universitario como Topografía, Caminos I, Caminos II, Pavimentos, Mecánica de Suelos, la integración de estas Asignaturas nos dará como resultados el Diseño Geométrico y de Pavimentos del Proyecto en mención.

Por lo tanto nuestra investigación desarrollara un aporte y contribución a la sociedad, conscientes de la problemática vial en la región Loreto, particularmente en el ámbito rural, zonas que por falta de vías con condiciones favorables y en el peor de los casos no cuentan con accesos y vías, siendo esta realidad una limitante para el desarrollo socioeconómico de los pueblos. Nuestro aporte básicamente consiste en una propuesta que comprende el diseño geométrico para apoyar el desarrollo y bienestar social de los pueblos, en especial a los centros poblados SAN JUAN DE PAMPLONA, SANTA CLARA y VILLA HERMOSA, de la provincia de Alto Amazonas, ayudando a las Entidades pertinentes con información técnica para en un futuro no lejano atender la necesidad de estos pueblos muchas veces olvidados por el Estado.

1.2. EXPLORACIÓN PRELIMINAR ORIENTANDO LA INVESTIGACIÓN

La metodología empleada para el levantamiento de información primaria en los tramos a intervenir fue a través de encuestas y aforos, las cuales fueron realizadas con entrevistas directas a los miembros del hogar de preferencia al jefe de familia, en el caso de ausencia se ha realizado la encuesta a una persona mayor.

En la región existen muchos pueblos y centros poblados que no cuentan con carreteras y accesos adecuados y de existir estos en la mayoría de los casos son caminos de herraduras o trochas carrozables en pésimo estado, que no garantizan condiciones viales favorables para brindar un servicio eficiente.

Entendiéndose así, surge la trascendental importancia de tener una red vial eficiente que conlleve al progreso y bienestar social, razón por la cual hemos elaborado el presente trabajo de Tesis, denominando “DISEÑO GEOMÉTRICO A NIVEL DE AFIRMADO DEL CAMINO VECINAL SAN JUAN DE PAMPLONA – SANTA CLARA – VILLA HERMOSA, L=11 KM, DISTRITO DE YURIMAGUAS – PROVINCIA DE ALTO AMAZONAS – REGIÓN LORETO”.

1.3. ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO

1.3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

1.3.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y POLÍTICA

Políticamente el Proyecto de Tesis se ubica en la jurisdicción del distrito de Yurimaguas, provincia de Alto Amazonas, departamento de Loreto.

Región	:	Loreto
Departamento	:	Loreto
Provincia	:	Alto Amazonas
Distrito	:	Yurimaguas
Localidades	:	San Juan de Pamplona – Santa Clara – Villa Hermosa

El proyecto cuenta con una ruta de acceso vehicular por la ruta de la carretera nacional asfaltada Tarapoto – Yurimaguas a la altura del Km 91+116 lado izquierdo punto de inicio del proyecto.

**MAPA N° 0 4: UBICACIÓN EN EL PAÍS
EL DEPARTAMENTO DE LORETO**



**MAPA N° 0 3: UBICACIÓN DE LA
PROVINCIA DE ALTO AMAZONAS**



**MAPA N° 0 2: UBICACIÓN DEL
DISTRITO DE YURIMAGUAS**

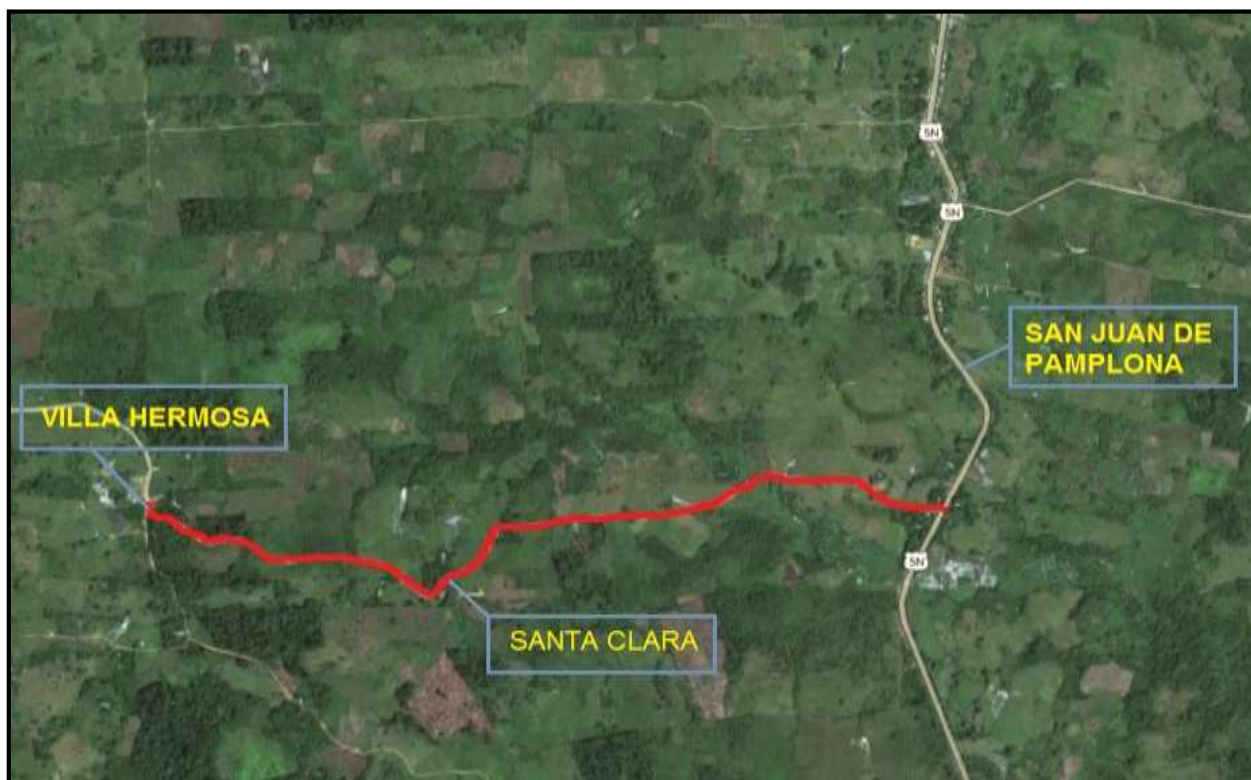


**MAPA N° 0 1: UBICACIÓN DEL PUNTO
DE INICIO DEL TRAMO**



FUENTE: GOOGLE MAPS

MAPA N° 0 5: UBICACIÓN DEL CAMINO VECINAL EN ESTUDIO



FUENTE: GOOGLE MAPS

1.3.1.2. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y TOPOGRÁFICAS

Topografía

La Topografía de la zona es ondulada, pendientes mayores a 10% existen zonas bajas donde los cursos de agua atraviesan ciertos tramos del camino.

Factores Climáticos

Climatología.- El clima es cálido y corresponde a un área de Selva Baja, húmeda y lluviosa, con precipitaciones constantes entre los meses de diciembre y abril. La época de verano se da entre mayo y setiembre. Las precipitaciones promedio están alrededor de 2400 mm anuales (según datos proporcionados por la estación de Shanusi- Alto Amazonas).

Fenómenos Climáticos.- Tormentas prolongadas por varios días, que hacen crecer las quebradas, ocasionando desbordes, que afectan a la población en zonas bajas.

Hidrografía

Las quebradas en la Selva Baja, tienen significativo tiempo de concentración, por la vegetación existente, en muchos casos tiene poca pendiente, es por eso que hay

incidencia de inundaciones en diversos sectores, para este proyecto existen 02 quebradas significativas (Quebrada Candado y Quebrada Uculiza) y cursos de agua pequeños permanentes e intermitentes.

Medio Ambiente

Se observa baja contaminación del medio ambiente, la vía fue construida por madereros con tractor de orugas para la extracción de madera afectando de esta manera su estado natural.

1.3.1.3. ÁREA DE INFLUENCIA

El área de influencia directa, está constituida por todas aquellas zonas, cuyas características productivas y socioeconómicas, y la disponibilidad de infraestructura de transporte, generan tráficos que pueden orientarse hacia el camino vecinal en estudio.

Este acceso de tráfico se realiza a través de los denominados accesos o caminos de Herradura que se extienden hacia las zonas circundantes, de las cuales la vía principal constituye el camino vecinal en estudio como el único y/o principal medio de transporte para su integración con el resto de la economía.

1.3.1.4. SITUACIÓN ACTUAL DE LA VÍA

Actualmente el Camino Vecinal San Juan de Pamplona – Santa Clara – Villa Hermosa se encuentra en mal estado de conservación debido a que en tiempos de lluvias es intransitable.

Debido al tipo de suelo arcilloso y a la falta de un adecuado sistema de drenaje de aguas superficiales, lo que contribuye a demoras en los tiempos y altos costos para el transporte de los productos agrícolas, transporte de personas, y otros tipos de carga y mercadería.

Esta situación viene afectando la economía local debido al mal estado en que se encuentra esta vía.

Hace que la producción local hacia los mercados locales sea limitado, afectando severamente a los pobladores de las localidades de San Juan de Pamplona, Santa Clara y Villa Hermosa, conllevando a pérdidas económicas, atrasos y bajo nivel de vida.

Es por ello, nuestro trabajo de investigación se orienta a generar condiciones viales favorables, proponiendo una vía que garantice un servicio eficiente, ahorrando tiempo y costos de transporte a precios sociales para las zonas afectadas.

1.3.1.5. VÍAS DE ACCESO

El acceso al tramo se realiza desde la Carretera Nacional Asfaltada Tarapoto – Yurimaguas a la altura del Km 91+116 lado derecho punto de inicio del proyecto.

1.3.1.6. POBLACIÓN BENEFICIADA

Los beneficiados directos del presente Proyecto son los pobladores de la Localidades San Juan de Pamplona, Santa Clara y Villa Hermosa, de acuerdo a la información de la Red de Salud de Alto Amazonas censo realizado el año 2,012 la población en el área de estudio es de 1,475 habitantes, con una tasa de crecimiento anual de 1.9%.

TABLA N° 0 1: POBLACIÓN BENEFICIARIA

POBLACIÓN	CANTIDAD	PORCENTAJE
San Juan de Pamplona	571	38.71%
Santa Clara	498	33.76%
Villa Hermosa	366	27.53%
Total	1,475	100%

FUENTE: RED DE SALUD DE ALTO AMAZONAS, CENSO 2012 Y EQUIPO DE TRABAJO.

1.3.1.7. CONDICIONES ECONÓMICAS

Tenencia de Terrenos

El 100% de la población cuenta con terrenos propios, los cuales están registrados.

Características de las Viviendas

Las viviendas en su mayoría el (50%) son de madera aserrada, pona y palma, el 20 % de los techos son de calamina.

Hacinamiento (Nº de ambientes, distribución)

En un área de 40 m² viven en promedio de 8 personas entre gente adulta y niños existe hacinamiento.

Ocupación

Los pobladores se dedican a la agricultura, siembra de palmito, otros productos de la zona como el maíz, arroz, frijol, plátano, yuca, naranja, piña, papaya, caña de azúcar, piyuayo palmito, y algunos se dedican a la ganadería.

TABLA N° 0 2: ACTIVIDADES ECONÓMICAS DESARROLLADAS

CULTIVO Y GANADO	HAS/CAB. PRODUCCIÓN	TN/HA KG/CAB.	PRODUCCIÓN TN
ARROZ BAJO RIEGO (2 campañas x año)	418.50	6.00	5,022.00
ARROZ SECANO	27.00	3.00	81.00
MAÍZ AMARILLO DURO	105.98	3.00	635.85
FRIJOL GRANO SECO	43.20	1.40	60.48
PLÁTANO	67.50	10.00	675.00
YUCA	68.85	11.00	757.35
NARANJA	32.40	7.00	226.80
PIÑA	16.20	10.00	162.00
PAPAYA	41.85	40.00	1,674.00
CAÑA DE AZÚCAR	20.93	30.00	627.75
PIUJUAYO PALMITO	147.15	0.90	132.44
PALMA ACEITERA	256.50	60.00	15,390.00
VACUNO DE CARNE	869.40	400.00	347.76
VACUNO DE LECHE	85.05	8.00	163.30
PORCINO	252.45	38.00	9.59
OVINO	72.90	25.00	1.82
TOTAL	2,525.85	54.44	25,967.14

FUENTE: EQUIPO DE TRABAJO TASA DE CRECIMIENTO ANUAL: 3.8%

1.3.2. ESTUDIOS ESPECIALES PRELIMINARES

1.3.2.1. RECONOCIMIENTO DE LA ZONA DE ESTUDIO

El reconocimiento constituye uno de los aspectos más importantes en el trazo de una carretera, en esta se define dos puntos fijos: el punto inicial y el punto final, entre estos se puede trazar un gran número de carreteras.

El Objetivo del reconocimiento es seleccionar en las rutas posibles, la más favorable, de tal forma que mediante el trazo se ubique el eje de la carretera.

Que sirva mejor a los terrenos adyacentes y al tráfico que se espera; y que su construcción se pueda hacer de acuerdo a las normas requeridas y con un mínimo costo.

1.3.2.2. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS INICIAL, FINAL Y PUNTOS OBLIGADOS DE PASO

Conociendo ya la clase de controles que en el estudio de una carretera influye, vemos que la ubicación y la importancia de estos, harán posible alejar o acercar el trazo de estos puntos.

De esta manera los controles van a restringir el trazo de la vía a una zona que permitirá que a carretera sirva eficientemente a toda una región.

1.3.2.3. SELECCIÓN DE LA MEJOR RUTA

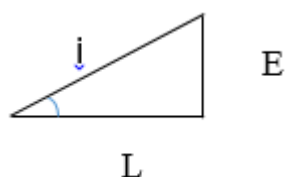
Con todos los elementos o parámetros que permitan un mayor análisis de las ventajas y desventajas de cada uno de las rutas, la selección de la ruta más apropiada para proseguir el trazo de la carretera normalmente estará en función de lo siguiente:

Longitud de la ruta, pendientes más favorable al tráfico, que tenga mayor radio de influencia al tránsito, mejor alineamiento, suministro mejor y mayor cantidad de material de construcción, menor costo de construcción, entre otros.

1.3.2.4. TRAZO DE LA LÍNEA DE GRADIENTE

El método empleado para determinar la línea de gradiente, es el método del compás, el cual consiste en calcular una longitud constante “L”, para una pendiente determinada. Dicha longitud equivale a la longitud horizontal calculada para una altura “E” que es la estadística entre curvas de nivel. Es decir:

FIGURA Nº 01: REPRESENTACIÓN DE PENDIENTE.



De la figura por semejanza de triángulos:

$$\frac{L}{E} = \frac{100}{i} \rightarrow L = \frac{(100 \times E)}{i} \quad (1)$$

Dónde:

L: Longitud en el terreno (m.)

E: Equidistancia entre curvas de nivel consecutivas (m.)

i : Pendiente para un determinado tramo (%).

Esta longitud obtenida corresponde al terreno, la misma que se puede convertir a centímetros de acuerdo a la escala del plano 1/K, quedando la fórmula de la siguiente manera:

$$L' = \frac{(100 \times E)}{i \times K} \quad (2)$$

Dónde:

L: Abertura de compás (cm.)

K: Denominador de la escala del plano topográfico.

Esta longitud (L'), se la traslada a un compás de puntas secas, el cual al ir pasando de una curva de nivel a otra, irá formando un trazo con pendiente constante para un tramo determinado que se denomina Línea de Gradiente.

1.3.2.5. UBICACIÓN DE LA POLIGONAL EN ESTUDIO

Consiste en formar un polígono cuyos lados procuren contener el mayor número posible de puntos obtenidos por la línea de gradiente. Algunos criterios a tener en cuenta son:

Deben evitarse el uso de ángulos de deflexión pequeños.

La geometría debe responder simultáneamente a la acción de la topografía del terreno y a la exigencia de determinados medios en las curvas, especialmente en las curvas de volteo las que deben plantearse en el peor de los casos para el radio mínimo excepcional.

Se prefiere los cortes antes que los rellenos.

1.3.2.6. CARACTERÍSTICAS DE LA RUTA SELECCIONADA

Dentro de las características más importantes que debe tener la ruta seleccionada, podemos mencionar las siguientes:

La ruta seleccionada debe evitar en las posibles zonas pantanosas y cursos naturales de agua (ríos, quebradas, etc.)

Tener la menor longitud posible. Los Terrenos por donde se proyecte el paso de la vía deberán abarcar en su mayoría zonas productivas.

1.3.2.7. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

En las operaciones topográficas, el objetivo es realizar el levantamiento topográfico, identificando el área afectada por el proyecto, teniendo en cuenta las quebradas y cruces de Aguas Pluviales para las futuras construcciones de las cunetas, y otras obras de arte, además de las curvas de nivel terrestre.

El levantamiento topográfico de toda la carretera que se va a construir, se realizó con la finalidad de recopilar la información topográfica respectiva y necesaria para elaborar el presente proyecto de tesis denominado “Diseño Geométrico a Nivel de Afirmado del Camino Vecinal San Juan de pamplona – Santa Clara – Villa Hermosa, L= 11 Km, Distrito de Yurimaguas – Provincia de Alto Amazonas – Región Loreto.”

1.3.2.8. ESTUDIO HIDROLÓGICO

El análisis hidrográfico estuvo orientado para determinar los caudales de diseño de las obras de drenaje transversal y longitudinal producidas por lluvias extremas.

En tal sentido estuvo enfocado a: Determinación de descargas de diseño para cunetas y alcantarillas.

1.3.2.9. ESTUDIO DE GEOLOGÍA DEL SUELO DEL ÁREA PROYECTO

La presente descripción geológica plantea el reconocimiento de las principales formaciones del área del proyecto, sus características físicas, geográficas y estructurales.

La geología se encuentra formando parte de la Llanura Amazónica, siendo el resultado de los procesos de deformación tectónica intensificados durante el Mio-Plioceno, los que han ocasionado el plegamiento y levantamiento de bloques por la acción de fallas inversas asociadas con fallas y bloques en el basamento Pre-Mesozoico.

El sector oriental corresponde a la Llanura Amazónica que es una depresión morfológica y estructural de relieve plano, conformado por rocas sedimentarias del Neógeno que muestran una deformación moderada a suave y que constituye una cuenca de sedimentación molásica a lo largo del piedemonte oriental de la Faja Subandina.

El modelo morfoestructural actual se definió durante el Mesozoico, desde ese entonces las cuencas y la mayor parte de los sistemas de fallas han perdurado a través del tiempo en fases, yendo del Oeste hacia el Este.

Desde fines del Cretáceo la sedimentación en las cuencas ha sido mayormente de depósitos continentales.

Las “capas rojas” ampliamente distribuidas en la Llanura Amazónica, fueron depositadas en las cuencas durante las orogenias del Paleógeno-Neógeno y se caracterizan por un predominio de depósitos continentales provenientes del Oeste.

1.3.2.10. ESTUDIO DE SUELOS

El trabajo efectuado de Mecánica de Suelos en toda el área de la zona en investigación ha tenido la finalidad de clasificar los terrenos de cimentación del subsuelo, en vista de la excavación o movimiento de tierras, características generales y propiedades específicas del suelo, capacidades de resistencia de cada elemento.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES, PLANTEAMIENTO, DELIMITACIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA A RESOLVER

2.1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Las vías de comunicación terrestre son requisitos indispensable para la realización de las principales actividades humanas y para el desarrollo de los pueblos; en particular para incrementar la calidad de vida de la población rural, así como para mejorar el desarrollo tanto económico y social entre las localidades próximas, estableciendo una vía de comunicación a vías principales lo cual demandara un intercambio de los productos de la zona con los mercados que se encuentran más próximo, además de originar el retorno de la población campesina a sus comunidades de origen, es por eso que el Gobierno Central a través de los Gobiernos Regionales y Locales se ha fijado metas concretas.

En el Departamento de Loreto, como en todas las regiones de nuestro territorio, uno de los grandes problemas que atrasa el desarrollo integral, es entre otros, principalmente la falta de transitabilidad de las vías de comunicación, lo que impide el desarrollo de los pueblos.

El camino vecinal que conlleva a presentar este Proyecto de Tesis, fue aperturado como trocha carrozable hace 5 años atrás, por parte de la municipalidad Distrital de Yurimaguas en una longitud de 11Km, para el beneficio económico de los pobladores de San Juan de Pamplona, Santa Clara y Villa Hermosa que se sienten aislado de la red vial principal.

Los pobladores de estas localidades por años han tratado de lograr su desarrollo Socio – Económico, y uno de los problemas que afrontan es la intrasitabilidad de la carretera de acceso que les permita comercializar sus productos agrícolas con los principales mercados de abasto de una forma rápida.

Por lo tanto es de vital importancia el mejoramiento de la carretera que integre los pueblos más necesarios con la red vial principal de la carretera Yurimaguas – Tarapoto.

2.1.2. PLANTEAMIENTO PROBLEMA

Mediante la elaboración de este proyecto se busca que los pobladores de la localidad de San Juan de Pamplona, Santa Clara y Villa Hermosa cuenten con una vía eficiente que la integren con otros pueblos y mercados para comercializar sus productos y mejorar su calidad de vida, razón por la cual es necesario efectuar el Diseño Geométrico a nivel de

afirmado que formaran parte de un estudio para la ejecución de la carretera, buscando todos los parámetros posibles y mejorando todos los riesgos que se puedan presentar dentro del estudio del proyecto.

2.1.3. DELIMITACIÓN

En el presente del estudio del Proyecto “Diseño Geométrico a Nivel de Afirmado del Camino Vecinal San Juan de Pamplona – Santa Clara – Villa Hermosa, L = 11 Km, Distrito de Yurimaguas – Provincia de Alto Amazonas – Región Loreto.” se limita a plantear una solución frente a los problemas de transporte, conservación, mejores condiciones de vida y mejoramiento del camino vecinal.

2.1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA A RESOLVER

Los altos costos que genera el trabajo de sus productos en una carretera en mal estado y un bajo nivel de vida de las localidades de San Juan de Pamplona, Santa Clara y Villa Hermosa se ve resaltado por la carencia de una carretera bien afirmada que de fluidez al traslado de la población a los diferentes lugares de la región. Debido a estas condiciones nos planteamos la siguiente interrogante:

¿El diseño geométrico a nivel de afirmado del camino vecinal San Juan de Pamplona – Santa Clara – Villa Hermosa, mejorara la transitabilidad y el incremento del nivel de vida de los pobladores adyacentes?

2.2. OBJETIVOS

2.2.1. OBJETIVO GENERAL

Propiciar la Elaboración del Diseño Geométrico a nivel de afirmado del Camino Vecinal San Juan de Pamplona – Santa Clara – Villa Hermosa, dotando a este distrito de una vía segura, rápida y eficaz, reduciendo los altos costos de transporte de carga y pasajeros que actualmente soportan, justificando la solución adoptada.

2.2.2. OBJETIVO ESPECIFICO

Efectuar el levantamiento topográfico del Camino Vecinal San Juan de Pamplona – Santa Clara – Villa Hermosa.

Realizar el estudio de Canteras y Diseño de Mezclas del Camino Vecinal San Juan de Pamplona – Santa Clara – Villa Hermosa.

Realizar el estudio de mecánica de suelos para la construcción de la carretera San Juan de Pamplona – Santa Clara – Villa Hermosa.

Elaborar el diseño Geométrico para la construcción de la carretera San Juan de Pamplona – Santa Clara – Villa Hermosa.

2.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El trabajo de investigación se encuentra justificado porque una vía eficiente constituirá la integración y desarrollo socio económico y cultural para el distrito de Yurimaguas, ya que la construcción de esta vía contribuirá favorablemente en los siguientes aspectos:

2.3.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Con la investigación propuesta se busca, mediante la aplicación de la teoría y los conceptos básicos de la ingeniería, encontrar explicaciones a situaciones actuales y desfavorables en la cual se encuentra la vía a investigar.

2.3.2. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Para lograr los objetivos de estudio del proyecto de tesis, se acude al empleo de técnicas de investigación como el cuestionario, la recopilación de información y posterior desarrollo en gabinete. Así, los resultados de la investigación se apoyan en técnicas de investigación validas en el medio.

2.3.3. JUSTIFICACIÓN DE VIABILIDAD

Como bien sabemos la gran importancia que el transporte es una de las principales actividades que integra a los pueblos y logra el desarrollo Socio – Económico y que a pesar de las carencias económicas, recursos humanos y de los materiales es de vital importancia el compromiso de desarrollar dicho proyecto de tesis.

2.3.4. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Servicios a la Población: Facilitando a las personas su acceso a los servicios sociales culturales y centros de comercialización zonal y departamental. **Apoyar al Proceso Productivo:** Integrando los centros de producción con los principales mercado de abastos zonal y departamental, posibilitando la comercialización interna y externa. **Integración Inter – Comunidades:** Interconectando los diferentes espacios socio – económico en base al establecimiento de la infraestructura vial de manera de incorporar zonas de fronteras económicas insuficientemente desarrolladas a la económica nacional. **Turismo:** Fomenta la actividad turística generando otra alternativa de ingreso y trabajo para los pobladores contribuyendo así con el desarrollo de las localidades de San Juan de Pamplona, Santa Clara y Villa Hermosa.

2.4. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

2.4.1. ALCANCES

El desarrollo del presente trabajo de tesis pretende desarrollar el Diseño Geométrico a Nivel de Afirmado del Camino Vecinal San Juan de Pamplona – Santa Clara – Villa Hermosa, L = 11 Km, Distrito de Yurimaguas – Provincia de Alto Amazonas – Región Loreto.”, en base a los trabajos de campo y gabinete respaldado por los correspondientes fundamentos teóricos de ingeniería intervinientes como son: Topografía, Mecánica de Suelos, Hidrología, Diseño de Pavimentos, Drenaje Vial e Impacto Ambiental. El proyecto definitivo al ser ejecutado pretende mejorar las condiciones socioeconómicas de la población beneficiada e incorporarse al sistema de caminos vecinales de la Red Vial Nacional.

2.4.2. LIMITACIONES

El presente proyecto de tesis se limita exclusivamente al diseño geométrico y de pavimento.

No se cuenta con puntos y coordenadas absolutas para la ejecución del levantamiento topográfico, por lo cual el trabajo se ejecutara con cotas obtenida con el uso de G.P.S y coordenadas obtenidas de la Carta Nacional.

No se cuenta con Carta Nacional en escala 1/2000 y con curvas a nivel cada 1 metro, que nos ilustre en forma clara el relieve del terreno.

Contamos con escasa bibliografía para realizar este tipo de trabajo en zonas de la selva, pero aplicando la ciencia y tecnología tomadas de la aulas y la experiencia de los docentes, se podrá desarrollar el presente trabajo que se ha determinado tendrá una longitud de 20 kilómetros.

Presencia de precipitaciones pluviales intensas que afectará los estudios de topografía para realizar los avances del proyecto.

No se cuenta con fotografías aéreas que muestren la configuración del terreno donde está ubicada el camino vecinal en estudio.

2.5. MARCO TEÓRICO

2.5.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Dentro de los antecedentes de investigación se mencionan proyectos, y propuestas realizados en nuestro país, con la finalidad de apreciar que el tema ya ha sido desarrollado anteriormente.

Cárdenas Grisales James, publica su libro denominado: “*Diseño Geométrico de Carreteras*”, libro consultado para la elaboración del presente proyecto pues detalla los cálculos de para el diseño geométrico de los elementos que conforman una carretera.

Olivera Bustamante Fernando, publica en su libro denominado: “*Estructuración de Vías Terrestres*”, libro consultado para la elaboración del de este proyecto detalla la práctica para la estructuración de vías terrestres y ponerlo al alcance de los profesionales, estudiantes y proyectistas; y encargados de la construcción de vías terrestres, vías férreas, Calles.

Instituto de Construcción y Gerencia, publica su libro denominado: “*Diseño, Construcción y Mantenimiento*”, libro consultado para la elaboración de este proyecto nos habla sobre el rol que tiene la topografía en la elaboración de los proyectos ya que estos depende de los criterios que tomara el proyectista, así como el estudio de pre inversión en carreteras.

Edición Ciencias, publica su libro denominado: “*El arte del trazado de Carreteras*”, libro consultado para la elaboración del presente proyecto pues detalla las pautas y criterios para el trazado de carreteras.

Pinedo Delgado Andrés, en su tesis: *Diseño y Rehabilitación del Camino Vecinal Pelejo – Papaplaya*, nos indica la importancia de las obras de drenaje dentro el diseño de una carretera.

Ponce Torres Juan Miguel, en su tesis: *Estudio Definitivo a Nivel de Ejecución del Camino Vecinal Calzada – Sector Potrerillo tramo: km 0 + 000 – km 2 + 920*, nos indica los criterios para el diseño de pavimentos en una infraestructura vial.

2.5.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.5.2.1. DISEÑO GEOMÉTRICO

2.5.2.1.1. SELECCIÓN DEL TIPO DE VÍA Y PARÁMETROS DE DISEÑO

2.5.2.1.1.1. VELOCIDAD DIRECTRIZ

Es la velocidad escogida para el diseño y será la máxima velocidad que se podrá mantener con seguridad sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño.

Variación de la Velocidad Directriz: Los cambios repentinos de la velocidad de diseño

a lo largo de una carretera deberán ser evitados. Deben existir razones que justifique la necesidad de realizar cambios, estos se efectuarán en incrementos o decrementos de 15 km./h o en el 20% de la velocidad directriz, debiendo tomarse el menor de ellos.

2.5.2.1.1.2. DISTANCIA DE VISIBILIDAD

Es la longitud continua hacia adelante del camino, que es visible al conductor del vehículo, para tomar las decisiones oportunas. Para efectos de diseño se consideran dos tipos de distancia de visibilidad:

Distancia de visibilidad de parada.

Distancia de visibilidad de adelantamiento.

Distancia de velocidad de parada

Es longitud mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad directriz, antes de que alcance un objeto inmóvil que se encuentra en su trayectoria. Para efecto de la determinación de la Visibilidad de Parada se considera que el objetivo inmóvil tiene una altura de 0.60 m y que los ojos del conductor se ubican a 1.10 m por encima de la rasante del camino.

En todos los puntos de una carretera, la distancia de visibilidad será igual o superior a la distancia de visibilidad de parada. En el Cuadro N° 01 se muestran las distancias de visibilidad de parada, en función de la velocidad directriz y de la pendiente.

CUADRO N° 0 1: DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (metros)

VELOCIDAD DIRECTRIZ (KM/H)	PENDIENTE NULA O EN BAJADA				PENDIENTE EN SUBIDA		
	0%	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	35	31	30	29
40	50	50	50	53	45	44	43
50	65	66	70	74	61	59	58
60	85	87	92	97	80	77	75
70	105	110	116	124	100	97	93
80	130	136	144	154	123	118	114

FUENTE: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO.

Distancia de visibilidad de adelantamiento

Distancia de visibilidad de Adelantamiento (paso), es la mínima distancia que debe ser visible, a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro vehículo que viaja a velocidad 15 km/h menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario a la velocidad directriz, y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso.

Para efecto de la determinación de la distancia de visibilidad de adelantamiento se considera que la altura del vehículo que viaja en sentido contrario es de 1.10 m y que la del ojo del conductor del vehículo que realiza la maniobra de adelantamiento es 1.10 m.

La distancia de Visibilidad de Adelantamiento a adoptarse varía con la velocidad directriz tal como se muestra en el Cuadro N° 02.

CUADRO N° 0 2: DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO

VELOCIDAD DIRECTRIZ KM/H	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO (M)
30	200
40	270
50	345
60	410
70	485
80	540

FUENTE: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO.

2.5.2.1.1.3. ALINEAMIENTO HORIZONTAL

Las Normas peruanas de diseño de carreteras establecen que deberá evitarse pasar bruscamente de una zona de curvas de grandes radios a otra de radios marcadamente menores.

Deberá pasarse en forma gradual, intercalando entre una zona y otra, curvas de radio de valor decreciente, antes de alcanzar el radio mínimo.

Los cambios repentinos en la velocidad de diseño a lo largo de una carretera deberán ser evitados.

Estos cambios se efectuarán en decrementos o incrementos de 15 km/h.

No se requiere curva horizontal para pequeños ángulos de deflexión. En el Cuadro N° 03 se muestran los ángulos de inflexión máximos para los cuales no es requerida la curva horizontal.

CUADRO N° 0 3: ÁNGULOS DE DEFLEXIÓN MÁXIMOS PARA LOS QUE NO SE REQUIERE CURVA HORIZONTAL

VELOCIDAD DIRECTRIZ KM/H	DEFLEXIÓN MÁXIMA ACEPTABLE SIN CURVA CIRCULAR
30	2°30'
40	2°15'
50	1°50'
60	1°30'
70	1°20'
80	1°10'

FUENTE: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO.

Para evitar la apariencia de alineamiento quebrado o irregular, es deseable que, para ángulos de deflexión mayores a los indicados en el Cuadro N° 3.2.1 la longitud de la curva sea por lo menos de 150 m.

Si la velocidad directriz es menor a 50 km/h y el ángulo de deflexión es mayor que 5°, se considera como longitud de curva mínima deseada la longitud obtenida con la siguiente expresión:

$L = 3V$ (L = longitud de curva en metros y V = velocidad en km/hora). Deben evitarse longitudes de curvas horizontales mayores a 800 metros.

CURVAS HORIZONTALES

El mínimo radio de curvatura es un valor límite que está dado en función del valor máximo del peralte y del factor máximo de fricción, para una velocidad directriz determinada. En el cuadro N° 04 se muestran los radios mínimos y los peraltes máximos elegibles para cada velocidad directriz.

En el alineamiento horizontal de un tramo carretero diseñado para una velocidad directriz un radio mínimo y un peralte máximo, como parámetros básicos, debe evitarse el empleo de curvas de radio mínimo.

En general deberá tratarse de usar curvas de radio amplio, reservando el empleo de radios mínimos para las condiciones más críticas.

CUADRO N° 0 4: RADIOS MÍNIMOS Y PERALTES MÁXIMOS

VELOCIDAD DIRECTRIZ (KM/H)	PERALTE MÁXIMO E(%)	VALOR LÍMITE DE FRICCIÓN FMAX	CALCULADO RADIO MÍNIMO (M)	REDONDEO RADIO MÍNIMO (M)
20	4.0	0.18	14.3	15
30	4.0	0.17	33.7	35
40	4.0	0.17	60.0	60
50	4.0	0.16	98.4	100
60	4.0	0.15	149.1	150
70	4.0	0.14	214.2	215
80	4.0	0.14	279.8	280
20	6.0	0.18	13.1	15
30	6.0	0.17	30.8	30
40	6.0	0.17	54.7	55
50	6.0	0.16	89.4	90
60	6.0	0.15	134.9	135
70	6.0	0.14	192.8	195
80	6.0	0.14	251.8	250
20	8.0	0.18	12.1	10
30	8.0	0.17	28.3	30
40	8.0	0.17	50.4	50
50	8.0	0.16	82	80
60	8.0	0.15	123.2	125
70	8.0	0.14	175.3	175
80	8.0	0.14	228.9	230
20	10.0	0.18	11.2	10
30	10.0	0.17	26.2	25
40	10.0	0.17	46.6	45
50	10.0	0.16	75.7	75
60	10.0	0.15	113.3	115
70	10.0	0.14	160.7	160
80	10.0	0.14	209.9	210
20	12.0	0.18	10.5	10
30	12.0	0.17	24.4	25
40	12.0	0.17	43.4	45
50	12.0	0.16	70.3	70
60	12.0	0.15	104.9	105
70	12.0	0.14	148.3	150
80	12.0	0.14	193.7	195

FUENTE: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO.

En caminos cuyo IMDA de diseño sea inferior a 200 vehículos por día y la velocidad directriz igual o menor a 30 km/h, el peralte de todas las curvas podrá ser igual al 2.5%.

CURVAS DE TRANSICIÓN

Todo vehículo automotor sigue un recorrido de transición al entrar o salir de una curva horizontal. El cambio de dirección y la consecuente ganancia o pérdida de las fuerzas laterales no pueden tener efecto instantáneamente.

Con el fin de pasar de la sección transversal con bombeo, correspondiente a los tramos en tangente, a la sección de los tramos en curva provistos de peralte y sobreancho, es necesario intercalar un elemento de diseño con una longitud en la que se realice el cambio gradual, a la que se conoce con el nombre de longitud de transición.

Cuando el radio de las curvas horizontales sea inferior al señalado en el Cuadro N° 05, se usarán curvas de transición.

CUADRO N° 0 5: NECESIDAD DE CURVAS DE TRANSICIÓN

VELOCIDAD DIRECTRIZ KM/H	RADIO (M)
20	24
30	55
40	95
50	150
60	210
70	290
80	380

FUENTE: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO.

Cuando se use curva de transición la longitud de la curva de transición no será menor que L_{min} ni mayor que L_{max} , según las siguientes expresiones:

$$L_{min} = 0.0178 \frac{V^3}{R} \quad (3)$$

$$L_{max} = 5R^{0.5} \quad (4)$$

R = Radio de la curvatura horizontal

Lmin = Longitud mínima de la curva de transición

L_{max} = Longitud máxima de la curva de transición en metros

V = Velocidad directriz en Km/h

La longitud deseable de la curva de transición, en función del radio de la curva circular, se presenta en el Cuadro N° 06.

CUADRO N° 0 6: LONGITUD DESEABLE DE LA CURVA DE TRANSICIÓN

RADIO DE CURVA CIRCULAR (M)	LONGITUD DESEABLE DE LA CURVA TRANSICIÓN (M)
20	11
30	17
40	22
50	28
60	33
70	39
80	44

FUENTE: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO.

DISTANCIA DE VISIBILIDAD EN CURVAS HORIZONTALES

La distancia de Visibilidad en el interior de las curvas horizontales es un elemento del diseño del alineamiento horizontal.

Cuando hay obstrucciones a la visibilidad (tales como taludes de corte, paredes o barreras longitudinales) en el lado interno de una curva horizontal, se requiere un ajuste en el diseño de la sección transversal normal o en el alineamiento, cuando la obstrucción no puede ser removida. De modo general en el diseño de una curva horizontal, la línea de visibilidad deberá ser por lo menos igual a la distancia de parada correspondiente, y se mide a lo largo del eje central del carril interior de la curva.

El mínimo ancho que deberá quedar libre de obstrucciones a la visibilidad será el calculado por la expresión siguiente:

$$M = R \left(1 - \cos \frac{28.65S}{R} \right) \quad (5)$$

M = Ordenada media o ancho mínimo libre

R = Radio de la curva horizontal

S = Distancia de visibilidad

EL PERALTE DEL CAMINO

Se denomina peralte a la sobre elevación de la parte exterior de un tramo del camino en curva con relación a la parte interior del mismo, con el fin de contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga, las curvas horizontales deben ser peraltadas.

El peralte máximo tendrá como valor máximo normal 8% y como valor excepcional 10%. En carreteras afirmadas bien drenadas en casos extremos podría justificarse un peralte máximo alrededor de 12%.

El mínimo radio (R_{min}) de curvatura es un valor límite que esta dado en función del valor máximo del peralte (e_{max}) y el factor máximo de fricción (f_{max}) seleccionados para una velocidad directriz (V). El valor del radio mínimo puede ser calculado por la expresión:

$$R_{min} = \frac{V^2}{127(0.01e_{max} + f_{max})} \quad (6)$$

Los valores máximos de la fricción lateral a emplearse son los que se señalan en el Cuadro N° 07.

CUADRO N° 0 7: FRICCIÓN TRANSVERSAL MÁXIMA EN CURVAS

VELOCIDAD DIRECTRIZ KM/H	f
20	0.18
30	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15
70	0.14
80	0.14

FUENTE: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO.

En el Cuadro N° 04 se muestran los valores de radios mínimos y peraltes máximos elegibles para cada velocidad directriz. En este mismo cuadro se muestran los valores de la fricción transversal máxima. La variación de la inclinación de la sección transversal desde la sección con bombeo normal en el tramo recto hasta la sección con el peralte pleno, se desarrolla en una longitud de vía denominada transición. La longitud de

transición del bombeo en aquella en la que gradualmente se desvanece el bombeo adverso. Se denomina Longitud de Transición de Peralte a aquella longitud en la que la inclinación de la sección gradualmente varía desde el punto en que se ha desvanecido totalmente el bombeo adverso hasta que la inclinación corresponde a la del peralte. En el Cuadro N° 08 se muestran las longitudes mínimas de transición de bombeo y de transición peralte en función de velocidad directriz y del valor del peralte.

CUADRO N° 0 8: LONGITUDES MÍNIMAS DE TRANSICIÓN DE BOMBEO Y TRANSICIÓN DE PERALTE (m)

VELOCIDAD DIRECTRIZ (KM/H)	VALOR DEL PERALTE						TRANSICIÓN DE BOMBEO
	2%	4%	6%	8%	10%	12%	
	LONGITUD DE TRANSICIÓN DE PERALTE (M)*						
20	9	18	27	36	45	54	9
30	10	19	29	38	48	57	10
40	10	21	31	41	51	62	10
50	11	22	32	43	54	65	11
60	12	24	36	48	60	72	12
70	13	26	39	52	66	79	13
80	14	29	43	58	72	86	14
*Longitud de transición basada en la rotación de un carril.							

FUENTE: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO.

SOBREANCHO DE LA CALZADA EN CURVAS CIRCULARES

La calzada se sobreancha en las curvas para conseguir condiciones de operación vehicular comparable a la de las tangentes. En las curvas el vehículo de diseño ocupa un mayor ancho que en los tramos rectos, así mismo, a los conductores les resulta más difícil mantener el vehículo en el centro del carril. En el Cuadro N° 09 se presentan los sobreanchos requeridos para calzadas de doble carril.

CUADRO N° 0 9: SOBREANCHO DE LA CALZADA EN CURVAS CIRCULARES (m)

Velocidad Directriz Km/h	Radio de Curva (m)																
	10	15	20	30	40	50	60	80	100	125	150	200	300	400	500	750	1000
20	11.91	6.52	4.73	3.13	2.37	1.92	1.62	1.24	1.01	0,83	0.70	0.55	0.39	0.30	0.25	0.18	0.14
30			4.95	3.31	2.53	2.06	1.74	1.35	1.11	0.92	0.79	0.62	0.44	0.35	0,30	0.22	0.18
40					2.68	2.20	1.87	1.46	1.21	1.01	0.87	0.69	0.50	0.40	0,34	0.25	0.21
50								1.57	1.31	1.10	0.95	0.76	0.56	0.45	0.39	0.29	0.24

60									1.41	1.19	1.03	0.83	0.62	0.50	0.43	0.33	0.27
70									1.51	2.17	1.11	0.90	0.67	0.55	0.48	0.36	0.30
80											1.19	0.97	0.73	0.60	0.52	0.40	0.33

FUENTE: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO.

Para velocidades de diseño menores a 50 km/h no se requerirá sobreancho cuando el radio de curvatura sea, mayor a 500m, tampoco se requerirá sobreancho cuando las velocidades de diseño estén comprendidas entre 50 y 70 km/h y el radio de curvatura sea mayor a 800 m.

2.5.2.1.1.4. ALINEAMIENTO VERTICAL

En el diseño vertical el perfil longitudinal conforma la rasante, la misma que está constituida por una serie de rectas enlazadas por arcos verticales parabólicos, a los cuales dichas rectas son tangentes. Las curvas verticales entre dos pendientes sucesivas permiten conformar una transición entre pendientes de distinta magnitud, eliminando el quiebre brusco de la rasante. El diseño de estas curvas asegurará distancias de visibilidad adecuadas. A efectos de definir el Perfil Longitudinal se considerarán como muy importantes las características funcionales de seguridad y comodidad, que se deriven de la visibilidad disponible, de la deseable ausencia de pérdidas de trazado y de una transición gradual continua entre tramos con pendientes diferentes. Para la definición del perfil longitudinal se adoptarán, salvo casos suficientemente justificados, los siguientes criterios:

En carreteras de calzada única el eje que define el perfil, coincidirá con el eje central de la calzada.

Salvo casos especiales en terreno llano, la rasante estará por encima del terreno, a fin de favorecer el drenaje.

En terreno ondulado, por razones de economía, la rasante se acomodará a las inflexiones del terreno, de acuerdo con los criterios de seguridad, visibilidad y estética.

En terreno montañoso y en terreno escarpado, también se acomodará la rasante al relieve del terreno, evitando los tramos en contrapendiente, cuando debe vencerse un desnivel considerable, ya que ello conduciría a un alargamiento innecesario, del recorrido de la carretera. Es deseable lograr una rasante compuesta por pendientes moderadas,

que presente variaciones graduales entre los alineamientos, de modo compatible con la categoría de la carretera y la topografía del terreno.

CURVAS VERTICALES

Los tramos consecutivos de rasante, serán enlazados con curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor a 1%, para carreteras pavimentadas y mayor a 2% para las afirmadas. Las curvas verticales serán proyectadas de modo que permitan, cuando menos, la visibilidad en una distancia igual a la de visibilidad mínima de parada, y cuando sea razonable una visibilidad mayor a la distancia de visibilidad de paso.

Para la determinación de la longitud de las curvas verticales se seleccionará el Índice de Curvatura K. La longitud de la curva vertical será igual al Índice K multiplicado por el valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes (A).

$$L = KA \quad (7)$$

Los valores de los índices K se muestran en el Cuadro N° 10, para curvas convexas y en el Cuadro N° 11 para curvas cóncavas.

CUADRO N° 0 10: ÍNDICE K PARA EL CÁLCULO DE LA LONGITUD DE CURVA VERTICAL CONVEXA

VELOCIDAD DIRECTRIZ KM/H	LONGITUD CONTROLADA POR VISIBILIDAD DE FRENADO		LONGITUD CONTROLADA POR VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO	
	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE FRENADO M	ÍNDICE DE CURVATURA K	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO	ÍNDICE DE CURVATURA K
20	20	0.6		
30	35	1.9	200	46
40	50	3.8	270	84
50	65	6.4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
El Índice de Curvatura es la longitud (L) de la curva de las pendientes (A) $K=L/A$ por el porcentaje de la diferencia algebraica.				

FUENTE: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO.

CUADRO N° 0 11: ÍNDICE PARA EL CÁLCULO DE LA LONGITUD DE CURVA VERTICAL CÓNCAVA

VELOCIDAD DIRECTRIZ (KM/H)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE FRENADO (M)	ÍNDICE DE CURVATURA (K)
20	20	2.1
30	35	5.1
40	50	8.5
50	65	12.2
60	85	17.3
70	105	22.6
80	130	29.4
El Índice de Curvatura es la longitud (L) de la curva de las pendientes (A) $K = L/A$ por el porcentaje de la diferencia algebraica.		

FUENTE: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO.

PENDIENTE

En los tramos en corte se evitará preferiblemente el empleo de pendientes menores a 0.5%. Podrá hacerse uso de rasantes horizontales en los casos en que las cunetas adyacentes puedan ser dotadas de la pendiente necesaria para garantizar el drenaje y la calzada cuente con un bombeo igual o superior a 2%.

En general, se considera deseable no sobrepasar los límites máximos de pendiente que están indicados en el Cuadro N° 12.

En tramos carreteros con altitudes superiores a los 3,000 msnm, los valores máximos del Cuadro N° 12 para terreno montañoso o terreno escarpados se reducirán en 1%. Los límites máximos de pendiente se establecerán teniendo en cuenta la seguridad de la circulación de los vehículos más pesados, en las condiciones más desfavorables de la superficie de rodadura.

CUADRO N° 0 12: PENDIENTES MÁXIMAS

OROGRAFÍA TIPO	TERRENO PLANO	TERRENO ONDULADO	TERRENO MONTAÑOSO	TERRENO ESCARPADO
VELOCIDAD DE DISEÑO				
20	8	9	10	12
30	8	9	10	12
40	8	9	10	10
50	8	8	8	8

60	8	8	8	8
70	7	7	7	7
80	7	7	7	7

FUENTE: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO.

2.5.2.1.1.5. SECCIÓN TRANSVERSAL

CALZADA

El diseño de caminos de muy bajo volumen de tráfico IMDA < 50 la calzada podrá estar dimensionada para un solo carril en los demás casos la calzada se dimensionará para dos carriles.

En el Cuadro N° 13 se indica los valores apropiados del ancho de la calzada en tramos rectos para cada velocidad directriz en relación al tráfico previsto y a la importancia de la carretera.

CUADRO N° 13: ANCHO MÍNIMO DE LA CALZADA EN TANGENTE (m)

TRÁFICO IMDA	<15	15 A 50		50 A 100		100 A 200		200 A 400	
VELOCIDAD KM/H	*	*	**	*	**	*	**	*	**
25	3.50~	3.50~	5.00	5.50	5.50	5.50	6.00	6.00	6.00
30	3.50~	4.00~	5.50	5.50	5.50	5.50	6.00	6.00	6.00
40	3.50~	5.50	5.50	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.60
50	3.50~	5.50	6.00	6.00	6.00	6.00	6.60	6.60	6.60
60		5.50	6.00	6.00	6.00	6.00	6.60	6.60	6.60
70		5.50	6.00	6.00	6.00	6.00	6.60	6.60	7.00
80		5.50	6.00	6.00	6.00	6.00	7.00	7.00	7.00

* Caminos del Sistema Vecinal y Camino del Sistema Departamental y Nacional sin pavimentar.
 ** Carreteras del Sistema Nacional y Carreteras importantes del Sistema Departamental; predominio de tráfico pesado.
 ~ Calzada de un solo carril, con plazoleta de cruce y/o adelantamiento.

FUENTE: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

En los tramos en recta la sección transversal de la calzada presentará inclinación transversal (bombeo) desde el centro hacia cada uno de los bordes, para facilitar el drenaje superficial y evitar el empozamiento del agua. Las carreteras no pavimentadas

estarán provistas de bombeo con valores entre 2% y 3%. En los tramos en curva, el bombeo será sustituido por el peralte. En los caminos de bajo volumen de tránsito con IMDA inferior a 200 veh/día se puede sustituir el bombeo por una inclinación transversal de la superficie de rodadura de 2.5% a 3% hacia uno de los lados de la calzada.

BERMAS

A cada lado de la calzada se proveerán bermas con un ancho mínimo de 0.50 m. Este ancho deberá permanecer libre de todo obstáculo incluyendo señales y guardavías. Cuando se coloque guardavías se construirá un sobre ancho de min. 0.50 m. En los tramos en tangentes las bermas tendrán una pendiente de 4% hacia el exterior de la plataforma. La berma situada en el lado inferior del peralte seguirá la inclinación de este cuando su valor sea superior a 4%. En caso contrario la inclinación de la berma será igual al 4%. La berma situada en la parte superior del peralte tendrá en lo posible una inclinación en sentido contrario al peralte igual a 4%, de modo que escurra hacia la cuneta.

La diferencia algebraica entre las pendientes transversales de la berma superior y la calzada será siempre igual o menor a 7%. Esto significa que cuando la inclinación del peralte es igual a 7% la sección transversal de la berma será horizontal y cuando el peralte sea mayor a 7% la berma superior quedará indeseablemente inclinada hacia la calzada con una inclinación igual a la inclinación del peralte menos 7%.

ANCHO DE LA PLATAFORMA

El ancho de la plataforma a rasante terminada resulta de la suma del ancho en calzada y del ancho de las bermas. La plataforma a nivel de la subrasante tendrá un ancho necesario para recibir sobre ella la capa o capas integrantes del afirmado, y la cuneta de drenaje.

PLAZOLETAS

En caminos de un solo carril con dos sentidos de tránsito, se construirán ensanches en la plataforma, cada 500 m como mínimo, para que puedan cruzarse los vehículos opuestos, o adelantarse los del mismo sentido.

La ubicación de las plazoletas se fijará de preferencia en los puntos que combinen mejor la visibilidad a lo largo del camino, con la facilidad de ensanchar la plataforma.

2.5.2.1.2. EJE LONGITUDINAL

Definido el plano topográfico y los parámetros de diseño respectivos, se procede a diseñar el eje planimétrico, así como el perfil longitudinal y las secciones transversales de la carretera.

2.5.2.1.2.1. UBICACIÓN DEL EJE LONGITUDINAL

TRAZO DE LA LÍNEA DE GRADIENTE

Sobre la base de los planos topográficos y a las estacas de la línea de gradiente trazada en campo. Se procedió a trazar la línea de gradiente definitiva en el plano a curvas a nivel a escala 1:2000, mediante el método del compás.

TRAZO DE LA POLIGONAL

Consiste en formar un polígono cuyos lados procuren contener el mayor número de compasadas de la línea de gradiente seleccionada. Algunos criterios a tener en cuenta son:

Deben evitarse el uso de ángulos de deflexión pequeños.

La geometría debe responder simultáneamente a la acción de la topografía del terreno y a la exigencia de determinados medios en las curvas, especialmente en las curvas de volteo las que deben plantearse en el peor de los casos para el radio mínimo excepcional. Se prefiere los cortes antes que los rellenos.

DETERMINACIÓN DE LOS ÁNGULOS DE INTERSECCIÓN DE LA POLIGONAL.

Una vez definida la poligonal haciendo uso del programa AUTOCAD se procede a editar los valores de las coordenadas de los puntos de intersección.

Conocidas las coordenadas de los PI, se obtiene los valores de los ángulos de intersección, los cuales no necesitan ser corregidos dado la precisión que nos ofrece el programa.

Los ángulos que se ingresan al programa son de acuerdo al azimut con la siguiente indicación, ángulos hacia la derecha es $180+I$ y ángulos a la izquierda $180-I$.

DETERMINACIÓN DE LOS LADOS DE LA POLIGONAL

Conocidas las coordenadas de los vértices, haciendo uso del programa AIDC y el AUTOCAD se determina la longitud de cada lado de la poligonal.

DISEÑO DE LAS CURVAS HORIZONTALES

Definida la poligonal y determinados los ángulos de intersección de los lados de la misma, el paso siguiente consiste en diseñar las curvas horizontales, para lo cual es muy usual una plantilla de círculos concéntricos partiendo del menor radio posible, dichos datos se ingresan al programa AIDC, el cual lo procesa.

ESTACADO DEL EJE PLANIMÉTRICO

Una vez definido el eje planimétrico de la vía se procede a realizar el estacado del mismo, proceso que consiste en dejar marcas cada 20 metros en tramos rectos y tramos curvos, realizado también con apoyo del programa AIDC.

DETERMINACIÓN DE LAS COORDENADAS DE LOS PC Y PT

Conocidos los valores del azimut de los lados de la poligonal y de las tangentes de las curvas mediante y con apoyo del programa AIDC se calculan las proyecciones de dichas tangentes, las cuales al ser sumadas algebraicamente a las coordenadas del PI respectivo nos permiten obtener las coordenadas de los PC y PT.

2.5.2.1.3. NIVELACIÓN DEL EJE LONGITUDINAL, COLOCACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL, PERFILES LONGITUDINALES

2.5.2.1.3.1. OBTENCIÓN DEL PRIMER B.M

Se realizó con la ayuda de un altímetro, calibrándose primeramente sobre la base del Bench Mark (BM) ubicado en la berma del empalme de la carretera Tarapoto – Yurimaguas, con cota: 164.054 msnm.

2.5.2.1.3.2. NIVELACIÓN DE LAS ESTACIONES Y UBICACIÓN DE LOS BM DEL PROYECTO

Se Procedió a nivelar cada una de las estacas de la poligonal obteniéndose la altitud de cada una de ellas; la lectura se han hecho con aproximación al milímetro.

Obtenido el perfil del terreno se procede a trazar la línea de subrasante respectiva teniendo en cuenta los criterios siguientes:

La pendiente de todo tramo de la subrasante no debe ni puede contravenir los lineamientos de diseño dado por las NPDC salvo el mejor criterio del ingeniero diseñador.

De preferencia los PIs vertical deben ubicarse en estacas pares.

La distancia entre PIs verticales debe ser apropiada a fin de no tener interacción de curvas verticales.

En terreno plano la Subrasante estará sobre el terreno natural salvo casos especiales por razones de drenaje.

En terreno ondulado por economía la Subrasante seguirá las inflexiones del terreno sin perder de vista las imitaciones impuestas por la estética, visibilidad y seguridad.

En terreno accidentado será necesario adaptar a Subrasante al terreno evitando los tramos en contra pendiente, sobre todo cuando se debe vencer un desnivel considerable.

2.5.2.1.3.3. SECCIONAMIENTO TRANSVERSAL

Teniendo como base el estacado del eje planimétrico se procede a realizar el seccionamiento transversal a fin de poder obtener el perfil del terreno.

Definido el perfil del terreno y determinados: Ancho de faja de rodadura, taludes, bermas, sobreanchos, dimensiones de cunetas, y banquetas de visibilidad (de ser el caso) se procede dibujar las cajas de la plataforma.

2.5.2.2. DISEÑO DE PAVIMENTOS

El pavimento es la superficie artificial efectuada con el fin de que el suelo tenga una configuración plana y sólida; el pavimento está formado por una o varias capas que descansan sobre un tramo de fundación, el espesor estará de acuerdo a la calidad del terreno. Siendo el pavimento una estructura superficial diseñada con el fin de transmitir a la sub-rasante los efectos de las cargas estáticas o en movimiento de los vehículos y mejorar las condiciones de transitabilidad y comodidad a los que hacen uso de ella.

Los objetivos para un diseño de pavimentos se basan en:

Ser capaz de soportar las cargas de los vehículos.

Ser capaz de soportar los efectos de abrasión producidos por los neumáticos.

Ser capaz de soportar los efectos de intemperismo.

2.5.2.2.1.FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DISEÑO DE UN PAVIMENTO

Los factores que intervienen en el diseño de pavimento mencionamos:

ÍNDICE DE TRÁFICO

Se refiere al volumen de vehículos que circulan por una vía en un determinado tiempo, siendo de tres clases, según la cantidad de vehículos.

Tráfico Pesado.- Cuyo volumen es mayor que 300 camiones y autobuses diarios.

Tráfico Mediano.- Su volumen es de 50 a 300 camiones y autobuses diarios.

Tráfico Liviano.- Cuyo volumen es menor de 50 vehículos y autobuses diarios.

CLIMA

Influye distintamente en la costa, la sierra, y en la selva por lo que se debe tener en cuenta los cambios de temperatura, lluvias.

TERRENO DE FUNDACIÓN

Se refiere al conocimiento de todas las características principales de un suelo (análisis granulométrico, límites de consistencia, densidad, compactación, CBR, etc.)

2.5.2.2.2.MOMENTOS DE EFECTUAR UN PAVIMENTO

Los momentos son los siguientes:

Cuando una explanación o terraplén ya no tenga asentamientos.

Cuando los taludes hayan adquirido su estabilidad natural o sea, un ángulo natural de reposo.

Cuando se hayan terminado de construir todas las obras de drenaje.

2.5.2.2.3. CONDICIONES QUE DEBE TENER UNA BUENA CALZADA

Debe de ser dura y a la vez elástica.

Debe ser suave a la rodadura y a la vez dificultar el resbalamiento.

Tener homogeneidad impermeabilidad.

No debe ser susceptible a la formación de baches.

No debe ser propenso a la formación de polvo y lodo.

Debe absorber el ruido.

Para el dimensionamiento de los espesores de capa de afirmado, se optó la ecuación del método NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities), la cual relaciona el valor soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmado, expresada en Numero de Repeticiones de EE:

$$e = [219 - 211x(\log_{10} CBR) + 58x(\log_{10} CBR)^2]x\log_{10}x \left(\frac{Nrep}{120} \right) \quad (8)$$

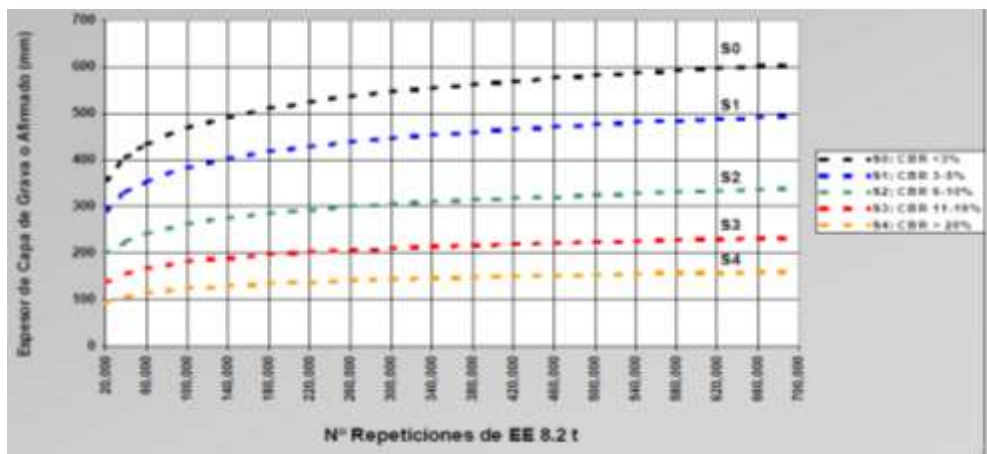
Donde:

e : espesor de la capa de afirmado en mm

CBR: valor del CBR de la subrasante

Nrep: número de repeticiones de EE para el carril de diseño

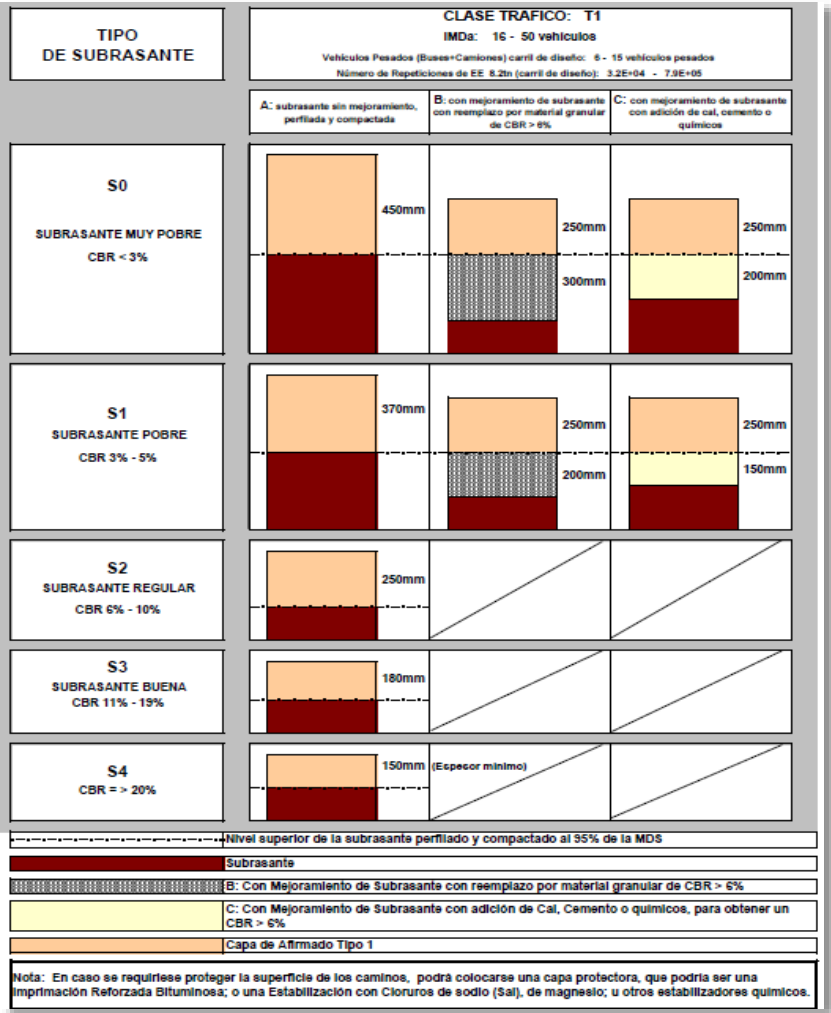
FIGURA N° 0 1: DETERMINACIÓN DE ESPESOR DE CAPA DE REVESTIMIENTO GRANULAR



FUENTE: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

El espesor total determinado, está compuesto por una capa de afirmado, por la granulometría del material y aspectos constructivos, el espesor de la capa de afirmado no será menor de 150 mm.

FIGURA N° 0 2: CATALOGO DE CAPAS DE REVESTIMIENTO GRANULAR



FUENTE: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

2.5.2.3. ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DRENAJE

2.5.2.3.1.GENERALIDADES

El sistema de drenaje de un camino tiene esencialmente dos finalidades: a) preservar la estabilidad de la superficie y del cuerpo de la plataforma del camino; y b) restituir las características de los sistemas de drenaje y/o de conducción de aguas, natural del terreno o artificial, de estructuras, construidas previamente, que serían dañadas o modificadas por la construcción de camino; y que sin un debido cuidado en el proyecto, resultarían causando daños, algunos posiblemente irreparables, en el medio ambiente.

2.5.2.3.2.DRENAJE SUPERFICIAL

2.5.2.3.2.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Finalidad del Drenaje Superficial

El drenaje superficial tiene como finalidad alejar las aguas del camino, para evitar el impacto negativo de las mismas sobre su estabilidad, durabilidad y transitabilidad.

El adecuado drenaje es esencial para evitar la destrucción total o parcial de un camino y reducir los impactos indeseables al ambiente debido a la modificación de la escorrentía a lo largo de este.

El drenaje superficial comprende:

La recolección de las aguas procedentes de la plataforma y sus taludes.

La evacuación de las aguas recolectadas hacia cauces naturales.

La restitución de la continuidad de los cauces naturales interceptados por el camino.

Criterios Funcionales

Los elementos del drenaje superficial se elegirán teniendo en cuenta criterios funcionales según se menciona a continuación:

Las soluciones técnicas disponibles.

La facilidad de su obtención y así como los costos de construcción y mantenimiento.

Los daños que eventualmente producirían los caudales de agua correspondientes al periodo de retorno, es decir, los máximos del periodo de diseño. Al paso del caudal de diseño, elegido de acuerdo al periodo de retorno, y considerando el riesgo de obstrucción de los elementos del drenaje se deberá cumplir las siguientes condiciones:

En los elementos de drenaje superficial la velocidad del agua será tal que no produzca daños por erosión ni por sedimentación.

El máximo nivel de la lámina de agua será tal que siempre se mantenga un borde libre no menor de 0.10 m.

Los daños materiales, a terceros, producibles por una eventual inundación de zonas aledañas al camino, debida a la sobreelevación del nivel de la corriente en un cauce, provocada por la presencia de una obra de drenaje transversal, no deberán alcanzar la condición de catastróficos.

Periodo de Retorno

La selección del caudal de diseño para el cual debe proyectarse un elemento del drenaje superficial está relacionado con la probabilidad o riesgo que ese caudal sea excedido durante el periodo para el cual se diseña el camino.

El riesgo o probabilidad de excedencia de una caudal en un intervalo de años está relacionado con la frecuencia histórica de su aparición o con el periodo de retorno.

En el Cuadro N° 14 se muestran los valores del riesgo de excedencia, del caudal de diseño, durante la vida útil del elemento de drenaje, para diversos períodos de retorno.

CUADRO N° 0 14: RIESGO DE EXCEDENCIA (%) DURANTE LA VIDA ÚTIL PARA DIVERSOS PERIODOS DE RETORNO

PERIODO DE RETORNO	AÑOS DE VIDA ÚTIL				
	10	20	25	50	100
10	65.13%	87.84%	92.82%	99.48%	99.99%
15	49.84%	74.84%	81.18%	96.82%	99.90%
20	40.13%	64.15%	72.26%	92.31%	99.41%
25	33.52%	55.80%	63.96	87.01%	98.31%
50	18.29%	33.24%	39.65	63.58%	86.74%
100	9.56%	18.21%	22.22%	39.50%	63.40%
500	1.98%	3.92%	4.88%	9.3%	18.14%
1000	1.00%	1.98%	2.47%	4.88%	9.52%
10000	0.10%	0.20%	0.25%	0.50%	0.75%

FUENTE: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

En el cuadro N° 15 se indican períodos de retorno aconsejables según el tipo de obra de drenaje.

CUADRO N° 0 15: PERIODOS DE RETORNO PARA DISEÑO DE OBRAS DE DRENAJE EN CAMINOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

TIPO DE OBRA	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS
Puentes y Pontones	100
Alcantarilla de Paso	50
Alcantarilla de Alivio	10 – 20
Drenaje de la Plataforma	10

FUENTE: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

2.5.2.3.2.2. HIDROLOGÍA Y CÁLCULOS HIDRÁULICOS

El método de estimación de los caudales asociados a un período de retorno depende del tamaño y naturaleza de la cuenca tributaria. Por su naturaleza representan casos especiales la presencia de lagos, embalses y zonas inundables que retengan o desvíen la escorrentía.

Cuando las cuencas son pequeñas se considera apropiado el método de la fórmula racional para la determinación de los caudales. Se consideran cuencas pequeñas a aquellas en que el tiempo de concentración es igual o menor a 6 horas. El tiempo de recorrido del flujo en el sistema de cauces de una cuenca, o tiempo de concentración relacionado con la intensidad media de precipitación se puede deducir por la fórmula:

$$T = 0.3 \left(\frac{L}{J} \right)^{3/4} \quad (9)$$

Donde:

T: Tiempo de concentración en horas

L: Longitud del cauce principal en km

J: Pendiente media

Esta fórmula no es aplicable al flujo sobre la plataforma del camino dado que este flujo es difuso y lento.

Cuando se disponga de información directa sobre niveles o cualidades de la avenida, se recomienda comparar los resultados obtenidos del análisis con esta información directa.

El caudal de diseño en el que desagüe una cuenca pequeña o superficie se obtendrá mediante la fórmula racional:

$$Q = \frac{CIA}{3.6} \quad (10)$$

Donde:

Q : Caudal m³/seg. (Para cuencas pequeñas) en la sección en estudio.

I : Intensidad de la precipitación pluvial máxima, previsible, correspondiente a una duración igual al tiempo de concentración y a un periodo de retorno dado, en mm/h.

A : Área de la cuenca en km².

C : Coeficiente de Escorrentía.

Para el pronóstico de los caudales, el procedimiento racional requiere contar con la familia de curvas Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF). En nuestro país, debido a la escasa cantidad de información pluviográfica que se cuenta, difícilmente pueden

elaborarse estas curvas. Ordinariamente solo se cuenta con lluvias máximas en 24 horas, por lo que el valor de la Intensidad de la precipitación pluvial máxima generalmente se estima a partir de la precipitación máxima en 24 horas, multiplicada por un coeficiente de duración; en el cuadro N° 16 se muestran coeficientes de duración, entre 1 hora y 48 horas, los mismos que podrán usarse, con criterio y cautela, para el cálculo de la Intensidad, cuando no se disponga de mejor información.

CUADRO N° 0 16: COEFICIENTE DE DURACIÓN LLUVIAS ENTRE 48 HORAS Y UNA HORA

DURACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN EN HORAS	COEFICIENTE
1	0.25
2	0.31
3	0.38
4	0.44
5	0.50
6	0.56
8	0.64
10	0.73
12	0.79
14	0.83
16	0.87
18	0.90
20	0.93
22	0.97
24	1
48	1.32

FUENTE: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

El coeficiente de C, de la formula racional, puede determinarse con la ayuda de los valores mostrados en los cuadros N° 17 y N° 18.

CUADRO N° 0 17: VALORES PARA LA DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

CONDICIÓN	VALORES			
Relieve del terreno	K1=40, Muy accidentado pendiente superior al 30%.	K1=30, accidentado pendiente entre 10% y 30%.	K1=20, ondulado pendiente entre 5% y 10%.	K1=10, Llano Pendiente inferior al 5%.
Permeabilidad del suelo	K2=20, Muy impermeable, roca seca.	K2=15, bastante impermeable arcilla.	K2=10, permeable.	K2=5 Muy permeable.
Vegetación	K3=20, Sin vegetación.	K3=15, Poca Menos del 10% de la superficie.	K3=10, bastante hasta el 50% de la superficie.	K3=5 Mucha Hasta el 90% de la superficie.
Capacidad de Retención	K4=20, Ninguna.	K4=15, Poca.	K4=10, bastante.	K4=5 Mucha

FUENTE: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

CUADRO N° 0 18: COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

$K = K1 + K2 + K3 + K4^*$	C
100	0.80
75	0.65
50	0.50
30	0.35
25	0.20
*Ver Cuadro N° 16	

FUENTE: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

Para la determinación del coeficiente de escorrentía también podrán tomarse como referencia, cuando sea pertinente, los valores mostrados en el cuadro N° 19.

CUADRO N° 0 19: COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

TIPO DE SUPERFICIE	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA
Pavimento Asfáltico y Concreto	0.70 – 0.95
Adoquines	0.50 – 0,70
Superficie de Grava	0.15 – 0.30
Bosques	0.10 – 0.20

Zonas de vegetación densa <ul style="list-style-type: none"> • Terrenos granulares • Terrenos arcillosos 	0.10 – 0.50 0.30 – 0.75
Tierra sin vegetación	0.20 – 0.80
Zonas cultivadas	0.20 – 0.40

FUENTE: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

Para el cálculo de la velocidad y del caudal en un canal con régimen hidráulico uniforme, se puede emplear la fórmula de Manning.

$$V = \frac{R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n} \quad (11)$$

$$Q = VA \quad (12)$$

$$R = \frac{A}{P} \quad (13)$$

Donde:

Q : Caudal m³/s.

V : Velocidad media m/s.

A : Área de la sección transversal ocupada por el agua m².

P : Perímetro mojado m.

R : A/P; Radio Hidráulico m.

S : Pendiente del fondo m/m.

n : Coeficiente de rugosidad de Manning

CUADRO N° 0 20: VALORES DEL COEFICIENTE DE MANNING

TIPO DE CANAL	MÍNIMO	NORMAL	MÁXIMO
Tubo metálico corrugado.	0.021	0.024	0.030
Tubo de concreto.	0.010	0.015	0.020
Canal revestido en concreto alisado.	0.011	0.015	0.017
Canal revestido en concreto sin alisar.	0.014	0.017	0.020
Canal revestido albañilería de piedra.	0.017	0.025	0.030
Canal sin revestir en tierra o grava.	0.018	0.027	0.030
Canal sin revestir en roca uniforme.	0.025	0.035	0.040
Canal sin revestir en roca irregular.	0.035	0.040	0.050
Canal sin revestir con maleza tupida.	0.050	0.080	0.120
Rio en planicies de cauce recto sin zonas con piedras y malezas.	0.025	0.030	0.035
Rio sinuosos o torrentosos con piedras.	0.035	0.040	0.600

FUENTE: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

2.5.2.3.2.3. ELEMENTOS FÍSICOS DEL DRENAJE SUPERFICIAL

Drenaje del agua que escurre superficialmente

FUNCIÓN DEL BOMBEO Y DEL PERALTE

La eliminación del agua de la superficie del camino se efectúa por medio del bombeo en las secciones en tangente y del peralte en las curvas, provocando el escurrimiento de las aguas hacia las cunetas.

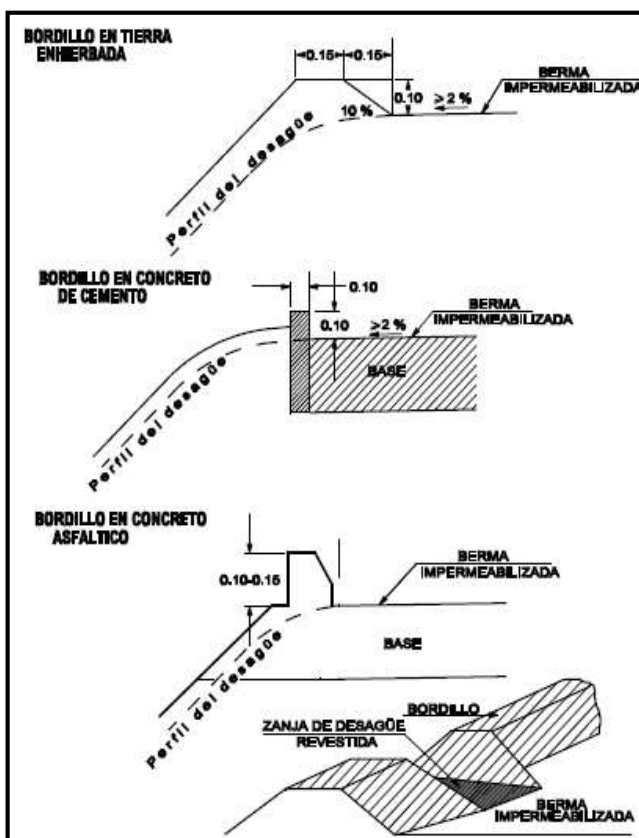
PENDIENTE LONGITUDINAL DE LA RASANTE

De modo general la rasante será proyectada con pendiente longitudinal no menor de 0.5 %, evitándose los tramos horizontales, con el fin de facilitar el movimiento del agua de las cunetas hacia sus aliviaderos o alcantarillas.

DESAGÜE SOBRE LOS TALUDES EN RELLENO O TERRAPLÉN

Si la plataforma de la carretera está en un terraplén ó relleno y el talud es erosionable, las aguas que escurren sobre la calzada deberán ser encausadas por los dos lados de la misma en forma que el desagüe se efectúe en sitios preparados especialmente protegidas y se evite la erosión de los taludes.

FIGURA N° 0 3: DESAGÜE SOBRE LOS TALUDES EN RELLENO



FUENTE: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

Para encausar las aguas, cuando el talud es erosionable se podrá prever la construcción de un bordillo al costado de la berma: el mismo que deberá ser cortado con frecuencia impuesta por la intensidad de las lluvias, encausando el agua en zanjas fabricadas con descarga al pie del talud.

Cunetas

Las cunetas tendrán en general sección triangular y se proyectarán para todos los tramos al pie de los taludes de corte. Sus dimensiones serán fijadas de acuerdo a las condiciones pluviométricas, siendo las dimensiones mínimas aquellas indicadas en el Cuadro N° 21.

CUADRO N° 0 21: DIMENSIONES MÍNIMAS DE LAS CUNETAS

REGIÓN	PROFUNDIDAD (m)	ANCHO (m)
Seca	0.20	0.50
Lluviosa	0.30	0.75
Muy lluviosa	0.50	1.00

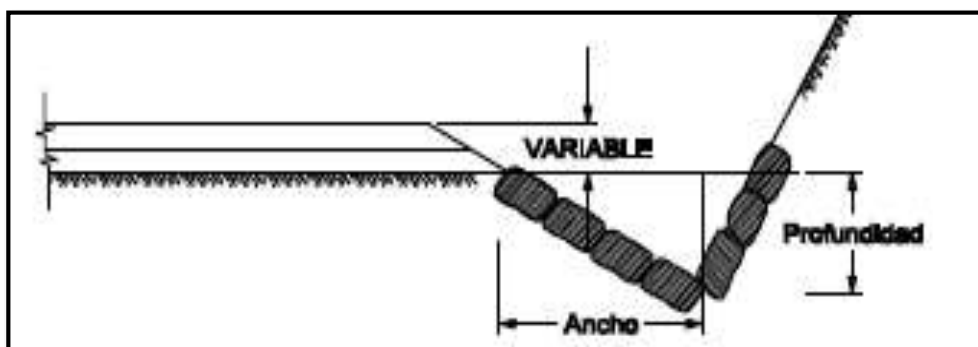
FUENTE: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

El ancho es medido desde el borde de la subrasante hasta la vertical que pasa por el vértice inferior. La profundidad es medida verticalmente desde el nivel del borde de la subrasante el fondo o vértice de la cuneta.

REVESTIMIENTO DE LAS CUNETAS

Cuando el suelo es deleznable (arenas, limos, arenas limosas, arena limo arcillosos, suelos francos, arcillas, etc.) y la pendiente de la cuneta es igual o mayor de 4%, ésta deberá revestirse con piedra y lechada de cemento, u otro revestimiento adecuado.

FIGURA N° 0 4: CUNETA REVESTIDA

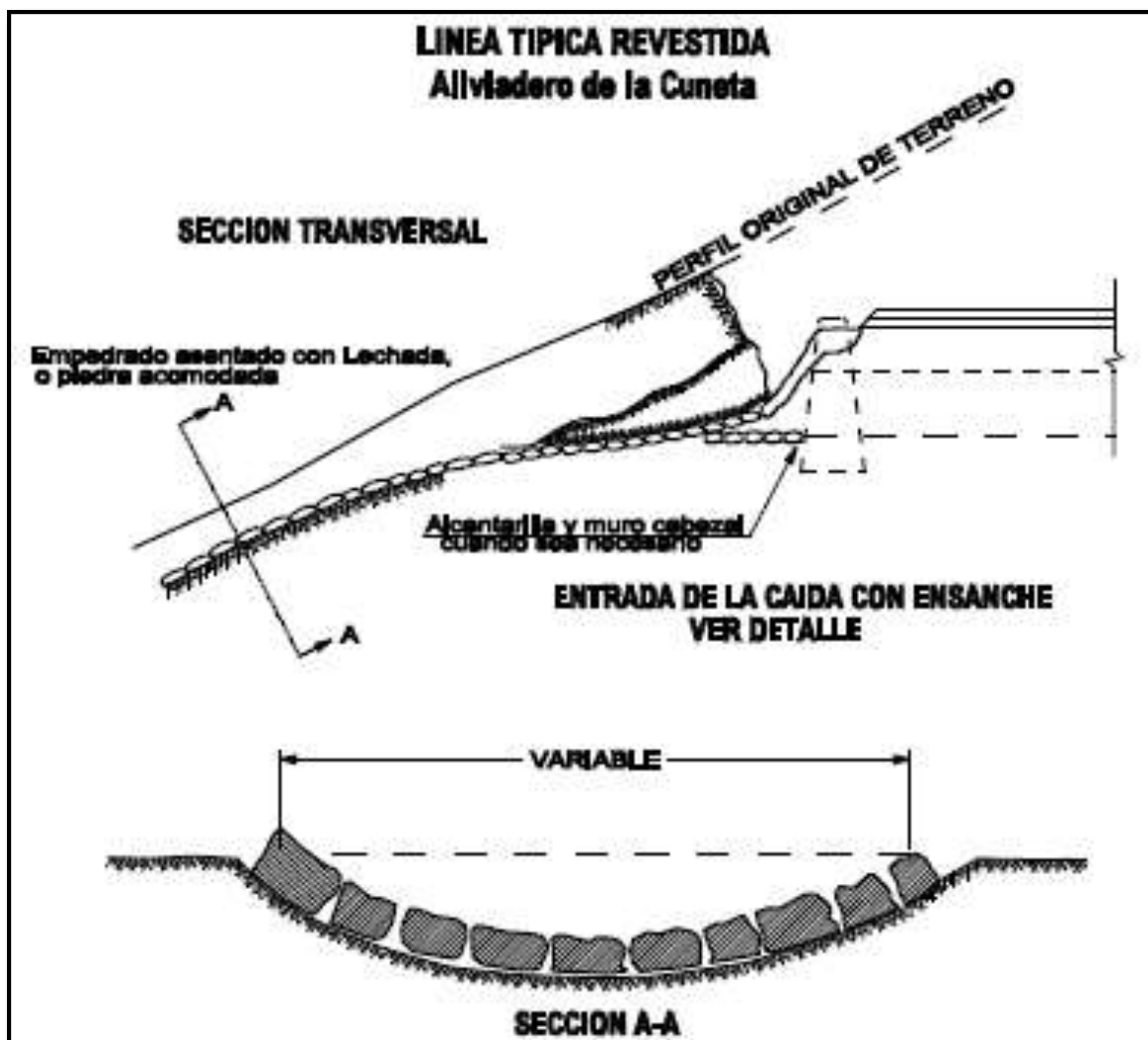


FUENTE: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

DESAGÜE DE LAS CUNETAS

El desagüe del agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de alivio.

FIGURA N° 0 5: LÍNEA TÍPICA REVESTIDA



FUENTE: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

La distancia entre alcantarilla y su capacidad hidráulica será establecida de manera de evitar que las cunetas sobrepasen su tirante previsto de agua teniendo en cuenta las precipitaciones previstas de la zona y a las dimensiones de la cuneta.

En zonas lluviosas donde las cunetas sean revestidas, deberá colocarse como mínimo una alcantarilla de alivio cada 150 m. Si las cuentas no se revisten las máximas distancias recomendables entre alcantarillas son las que se muestran en el Cuadro N° 22. Se requiere además que en los puntos bajos del perfil de las curvas vertical cóncava, deberá colocarse una alcantarilla.

CUADRO N° 0 22: MÁXIMAS DISTANCIA RECOMENDABLE ENTRE DOS ALCANTARILLA (metros)

PENDIENTE DEL CAMINO %	SUELOS NO EROSIONABLES O POCOS EROSIONABLES	SUELOS EROSIONABLES
0 – 3	120	75
4 – 6	90	50
7 – 9	75	40
10 – 12	60	35
SUELOS POCO EROSIONABLES = SUELO PEDREGOSO, GRAVA Y ALGUNAS ARCILLAS SUELOS EROSIONABLES = SUELOS FINOS, LIMOS Y ARENAS		

FUENTE: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

Zanjas de coronación

UBICACIÓN DE LAS ZANJAS DE CORONACIÓN

Cuando se prevea que el talud de corte está expuesto a efecto erosivo del agua de escorrentía, se deberá diseñar zanjas de coronación.

Zanjas de recolección

La zanja de recolección será necesaria para llevar las aguas de las alcantarillas de alivio hacia los cursos de agua existente.

DIMENSIONES DE LAS ZANJAS

Las dimensiones se fijarán de acuerdo a las condiciones pluviométricas de la zona y características del terreno.

REVESTIMIENTO DE LAS ZANJAS DE CORONACIÓN

Se deberá revestir las zanjas en el caso que estén previstas filtraciones que pueden poner en peligro la estabilidad del talud de corte.

Canal de bajada

Cuando el camino en media ladera o en corte cerrado cruza un curso de agua que no es posible desviar, es necesario encauzar las aguas en un canal de bajada, con el fin también de preservar la estabilidad del talud.

Alcantarillas de Paso y Alcantarillas de Alivio

TIPO Y UBICACIÓN

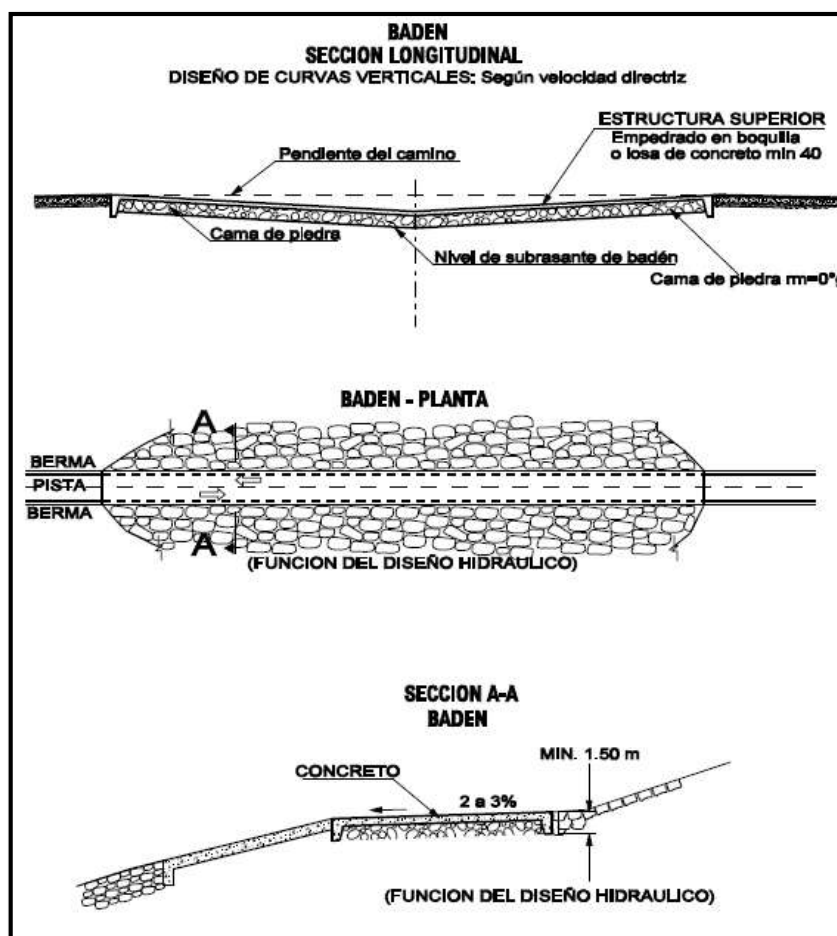
El tipo de alcantarilla deberá de ser elegido en cada caso teniendo en cuenta el caudal a eliminarse, la naturaleza y la pendiente del cauce; y el costo en relación con la disponibilidad de los materiales. La cantidad y la ubicación serán fijadas en forma de garantizar el drenaje, evitando la acumulación excesiva de aguas. Además, en los puntos bajos del perfil debe proyectarse una alcantarilla de alivio, salvo solución alternativa.

Badenes

Los badenes son una solución satisfactoria para los cursos de agua que descienden por pequeñas quebradas. Descargando esporádicamente caudales con fuerza durante algunas horas, en épocas de lluvia y arrastrando materiales sólidos.

Los badenes tienen como superficie de rodadura una capa de empedrado de protección o cuentan con una superficie mejorada formada por una losa de concreto.

FIGURA N° 0 6: BADENES



FUENTE: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

2.5.2.4. ESTUDIO DE SUELOS Y CANTERAS

2.5.2.4.1. GENERALIDADES

El presente capítulo corresponde al estudio del lugar donde se ejecutaran los trabajos, datos de importancia y trascendencia se obtendrán a partir de la aplicación de métodos y técnicas de la especialidad

Alva Hurtado describe que “La mecánica de suelos es una disciplina de la ingeniería que tiene por objeto el estudio de una serie de métodos, que conducen directa o indirectamente, al conocimiento del suelo en los diferentes terrenos sobre los cuales se va a elegir estructuras de índole variable. La enorme importancia de su conocimiento por el ingeniero moderno ha sido y es demostrada a diario por hechos por todos conocidos. El tratar de iniciar cualquier construcción sin llevar a cabo, primero, un estudio del suelo, es quizá uno de los mayores riesgos que pueden correrse en el campo de la ingeniería. Es imposible proyectar una cimentación adecuada para una estructura sin conocer el carácter del suelo que se encuentra bajo ella, ya que, en definitiva, es dicho suelo el que soportará la carga”.

2.5.2.4.2. ESTUDIO DE SUELOS

MUESTREO

El método empleado es el de pozos de exploración los que nos van a permitir establecer en forma clara los espesores de los estratos, así como una buena inspección y clasificación del material del subsuelo, la profundidad de la napa freática, etc.

UBICACIÓN DE LOS POZOS DE MUESTREO

Para la obtención del perfil longitudinal del subsuelo se han realizado pozos de exploración.

Para la ubicación de los pozos de exploración se ha tenido en cuenta el terreno, la obra y el acertado juicio del Ingeniero Asesor, debido a esto se ha alargado las distancias entre pozos de exploración, ya que lo importante es lograr una correcta investigación del suelo.

UBICACIÓN Y ESTUDIO DE CANTERAS

En la construcción de una carretera se tendrá que utilizar materiales para la capa de rodadura, quienes deben cumplir las características necesarias para soportar las principales tensiones que se producen en la vía, así como resistir al desgaste por

rozamiento en su superficie. Por tanto es de mucha importancia conocer las propiedades y características de los materiales de las canteras.

Billón Bajar comenta que la ubicación es un factor muy importante en el costo de la vía y que su elección se deberá tener en cuenta lo siguiente:

Su ubicación será lo más próximo posible a la vía a mejorar, dado que así se logrará disminuir la distancia de acarreo.

La explotación de éstas será la más sencilla y económica posible, a fin de lograr el menor costo de las labores en esta etapa.

Su volumen será cuanto menos aquel que permita realizar el mejoramiento de la vía en su estado inicial, dado que en esta etapa se tendrá el mayor requerimiento de materiales.

Su ubicación será tal que no se tenga problemas legales al momento de la explotación; ya que de lo contrario se sufrirá un retraso de obra y consiguientemente un incremento de los gastos de gestión.

ENSAYOS DE LABORATORIO PARA DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS Y MATERIALES DE CANTERA

Los ensayos a realizar con las muestras extraídas de las calicatas efectuadas, son las siguientes:

Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D-422), MTC E 107.

Contenido de Humedad (ASTM D-2216), MTC E 108

Clasificación AASHTO (M - 145)

Limite Líquido (ASTM D-4318), MTC E 110

Limite Plástico (ASTM D-4318), MTC E 111

Densidad Natural "In Situ" (ASTM D-1556)

Ensayos Especiales:

California Bearing Radio C.B.R (ASTM D-1883), MTC E 132

Peso Específico (ASTM D-854)

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO: Según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC), "sostiene que el análisis granulométrico, se realiza con la finalidad de determinar la proporción de sus diferentes elementos constituyentes, clasificados en función de su tamaño". Si el material es granular, los porcentajes de piedra grava y arena se pueden determinar fácilmente mediante el empleo de tamices.

De acuerdo al tamaño de las partículas de suelo, se definen los siguientes términos:

CUADRO N° 0 23: TAMAÑOS DE PARTÍCULAS PARA AGREGADOS

TIPO DE MATERIAL	TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS
Grava	75 mm – 2 mm
Arena	Arena gruesa: 2 mm – 0.2 mm
	Arena fina: 0.2 mm – 0.05 mm
Limo	0.05 mm – 0.005 mm
Arcilla	Menor a 0.005 mm

FUENTE: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

Los resultados se presentan por medio de curvas de distribución granulométrica en la cual se grafica el diámetro de las partículas en el eje de las abscisas y el porcentaje que pasa en el eje de las ordenadas. La forma de la curva es un indicador de la granulometría, tenemos que los suelos uniformes están representados por líneas en forma de S que extienden a través de varios ciclos de la escala logarítmica.

Alva Hurtado, describe que “las características granulométricas de los suelos pueden compararse estudiando ciertos valores numéricos importantes deducidos de las curvas de distribución, los más comunes son: D10, D30 y D60, que son diámetros efectivos en mm. De las partículas correspondientes al 10%, 30% y 60% en la curva granulométrica, lo que significa que el 10%, 30% y 60% de las partículas son menores que el diámetro efectivo.

Coeficiente de Uniformidad (Cu): Su valor numérico decrece cuando la uniformidad de la muestra aumenta, así se tiene:

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (14)$$

Si:

$Cu < 3$: Muy uniforme

$3 < Cu < 15$: Heterogéneo

$15 < Cu$: Muy Heterogéneo

Coeficiente de Contracción (Cc): Se expresa con la siguiente formula

$$Cc = \frac{(D_{30})^2}{(D_{10} \times D_{60})} \quad (15)$$

Si:

$1 < Cc < 3$: Bien graduado"

CONTENIDO DE HUMEDAD (para muestras de calicata y cantera).

Según **Nicholas J. Garber**, "viene a ser la cantidad de agua que en una masa de suelo se expresa en términos de contenido de humedad". Así mismo, **Juárez Badillo**, define al contenido de humedad "como la relación que existe entre el peso del agua contenida en la muestra y el peso de la muestra completamente seca, que generalmente se expresa en porcentaje:

$$w = \frac{P_w}{P_s} \times 100 \quad (16)$$

Dónde:

w (%) : Contenido natural de humedad dado en porcentaje.

P_w : Peso del agua

P_s : Peso de la muestra seca.

En el laboratorio:

$$w(\%) = \frac{P_{hm} - P_{ms}}{P_{ms}} \times 100 \quad (17)$$

Dónde:

w (%) : Contenido de humedad en porcentaje.

P_{mh} : Peso de muestra húmeda.

P_{ms} : Peso de la muestra seca".

CLASIFICACIÓN AASHTO

Según **Alva Hurtado**, "este método es el que se utiliza generalmente en carreteras, el método de clasificación AASHO, divide a los suelos en dos grupos: Suelos Gruesos y Suelos Finos. Los suelos gruesos son aquellos que no pasan por el tamiz No. 200 el 35% o menos de la muestra, y los suelos finos o materiales limo arcillosos son aquellos que pasan por el tamiz N° 200 más de 35% de la muestra".

Por otro lado AASHTO divide a los suelos en 7 grupos del A1 al A7 y ocho sub grupos (A1-a, A1-b, A2-4, A2-5, A2-6, A2-7, A7-5, A7-6), basándose en la composición granulométrica, el límite líquido y el índice de plasticidad de un suelo. Se considera que el mejor suelo para ser usado en la subrasante de una carretera, es un material bien granulado compuesto principalmente de grava y arena, pero que contenga una pequeña cantidad de cementante arcilloso, este material pertenece al grupo A-1.

CUADRO N° 0 24: CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS – MÉTODO AASHTO

Clasificación general	Suelos granulosos 35% máximo que pasa por tamiz de 0,08 mm							Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0,08 mm				
Grupo	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7	
Símbolo	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6
Análisis granulométrico % que pasa por el tamiz de: 2 mm 0,5 mm 0,08 mm	máx. 50 máx. 30 máx. 15	máx. 50 máx. 25	min. 50 máx. 10	máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	min. 35	min. 35	min. 35	min. 35	min. 35
Límites Atterberg límite de liquidez índice de plasticidad	máx. 6	máx. 6		máx. 40 máx. 10	min. 40 máx. 10	máx. 40 min. 10	min. 40 min. 10	máx. 40 máx. 10	máx. 40 máx. 10	máx. 40 min. 10	min. 40 min. 10 IP<LL-30	min. 40 min. 10 IP<LL-30
Índice de grupo	0	0	0	0	0	máx. 4	máx. 4	máx. 8	máx. 12	máx. 16	máx. 20	máx. 20
Tipo de material	Piedras, gravas y arena		Arena Fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Estimación general del suelo como subrasante	De excedente a bueno						De pasable a malo					

FUENTE: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

La evaluación de cada grupo, se hace por medio de su **Índice de Grupo**, el cual nos da a conocer la calidad del suelo, se calcula mediante la siguiente formula:

$$IG = 0.2a + 0.005ac + 0.01bd \quad (18)$$

Dónde:

IG : Índice de grupo.

a: Porcentaje que pasa el tamiz N° 200, comprendido entre 35% como mínimo y el 75% como máximo, se representa en número entero y varia de 0 a 40, por lo tanto, todo porcentaje menor o igual a 35% será igual a 0 y todo porcentaje igual o mayor a 75% será 40.

b: Porcentaje que pasa el tamiz N° 200, comprendido entre 15% como mínimo y 55% como máximo, se representa sólo en número entero y varía de cero a cuarenta.

c: Parte del límite líquido comprendido entre 40% como mínimo y 60% como máx., se representará sólo en número entero y variará de 0 a 20.

d: Parte del índice de plasticidad, comprendido entre 10% como mínimo y 30% como máximo, se representará sólo en número entero y variará de 0 a 20.

El índice de grupo siempre se reporta aproximándolo al número entero más cercano, a menos que su valor calculado sea negativo, en cuyo caso se reportará como cero. Por ejemplo para un suelo limoso que tenga un índice de grupo de 10, puede clasificarse como A-4(10).

Según **J. Garber, Nicholas**, se recopila la información siguiente: “En el sistema del AASHTO, los suelos granulares se ubican en las clases A1 hasta A3, los suelos A1 constan de materiales granulares bien graduados, los suelos A2 contienen cantidades importantes de limos y arcillas, y los suelos A3 son arenas limpias pero mal graduadas.

Un depósito de suelos es adecuado para la construcción de vías cuando:

Los suelos clasificados como A1-a, A1-b, A2-4, A2-5 y A3 pueden usarse satisfactoriamente como material de subrasante o sub-base si se drenan apropiadamente.

Los materiales clasificados como A2-6, A2-7, A4, A5, A6, A7-5 y A7-6 van a requerir una capa de material para sub-base si se usan para la sub-rasante”.

CUADRO N° 0 25: CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN ÍNDICE DE GRUPO

CLASIFICACIÓN	ÍNDICE DE GRUPO
Suelos Granulares	0 a 4
Suelos Limosos	8 a 12
Suelos Arcillosos	13 a 20

FUENTE: INGENIERÍA DE TRANSITO Y CARRETERAS

LÍMITES DE CONSISTENCIA

Por consistencia se entiende el grado de cohesión de las partículas de un suelo y su resistencia a aquellas fuerzas exteriores que tienden a deformar o destruir su estructura.

Según **Braja M. Das**, “cuando existen minerales de arcilla en un suelo de grano fino, este puede ser remodelado en presencia de alguna humedad sin desmoronarse. Esta

naturaleza cohesiva es debida al agua absorbida que rodea a las partículas de arcilla. A muy bajo contenido de agua, el suelo se comporta más como un sólido frágil. Cuando el contenido de agua es muy alto, el suelo y el agua fluyen como un líquido. Por tanto, dependiendo del contenido de agua, la naturaleza del comportamiento del suelo se clasifica arbitrariamente en cuatro estados básicos, denominados sólidos, semisólido, plástico y líquido.

El contenido de agua, en porcentaje, en el que la transición de estado sólido a semisólido tiene lugar, se define como el límite de contracción. El contenido de agua en el punto de transición de estado semisólido a plástico es el límite plástico, y estado plástico a líquido es el límite líquido. Estos límites se conocen también como límites de Atterberg”.

Así mismo, según **Juárez Badillo**, los límites de consistencia de un suelo están representados por contenidos de agua, los principales son:

LÍMITE LÍQUIDO (L.L):

Es el límite entre el estado plástico y semi líquido, definido como el contenido de humedad, bajo el cual el suelo se comporta como un material que exhibe comportamiento plástico. El límite líquido nos da una idea de la resistencia al corte cuando tiene un determinado contenido de humedad. Cuando el suelo tiene un contenido de humedad igual o mayor al límite líquido, tendrá una resistencia al corte prácticamente nulo.

Los materiales granulares (arena, limo) tienen límites líquidos bajos (25% a 35%) y las arcillas límites líquidos altos (mayores al 40%). Al graficar en escala logarítmica, el número de golpes en las abscisas y a escala natural los contenidos de humedad en el eje de ordenadas, sobre la base de tres puntos obtenidos de cuatro ensayos sobre muestras de suelo a diferentes contenidos de humedad; el límite líquido se obtiene gráficamente, siendo el contenido de humedad correspondiente a 25 golpes.

Es posible también obtener el límite líquido haciendo uso de la ecuación propuesta por la BUREAU OF PUBLICS ROADS, de los Estados Unidos.

$$LL(\%) = \frac{W(\%)}{1.419 - 0.3LnS} \quad (19)$$

Dónde:

LL (%): Limite líquido

W (%): Contenido de humedad que tiene la muestra que se une a los 25 golpes.

S : Numero de golpes al cabo de los cuales se unen las mitades del suelo.

LÍMITE PLÁSTICO (L.P):

Es límite entre el estado plástico y semi-sólido, definido como el contenido de humedad, bajo el cual el suelo exhibe un comportamiento no plástico, es decir la propiedad de deformarse sin llegar a romperse.

Las arenas no tienen plasticidad, los limos la tienen pero muy poca; en cambio las arcillas, y sobre todo aquellos ricos en materia coloidal, son muy plásticas. Cuando se esté construyendo la subbase, y si el contenido de humedad es igual o mayor al límite plástico, deberá evitarse de compactar.

ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)

Es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico de un suelo:

$$IP = LL - PL \quad (20)$$

Un índice de plasticidad elevado indica mayor plasticidad. Cuando un material no tiene plasticidad, suelos finos, arena por ejemplo, se considera el índice de plasticidad como cero.

DENSIDAD NATURAL "IN SITU"

Según **J. Garber, Nicholas**, indica: "Una propiedad del suelo muy útil para los ingenieros de carreteras es la densidad del suelo. La densidad es el cociente que relaciona la parte de masas del diagrama de fases con la parte volumétrica. Generalmente se usan tres densidades en la ingeniería de suelos.

Densidad Total: Es la relación del peso de una muestra dada de suelo entre el volumen:

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad (21)$$

Densidad en Seco: Es la densidad del suelo después de haber retirado el agua, esta dada por:

$$\gamma_d = \frac{W_v}{V} \quad (22)$$

Densidad Sumergida: Es la densidad del suelo cuando se encuentra sumergida en agua, y es la diferencia entre la densidad de saturación y la densidad del agua:

$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w \quad (23)$$

Donde:

γ_w : Densidad del agua".

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R):

El índice C.B.R. nos indica la resistencia del terreno o de un material. Los valores bajos nos indican que el suelo es malo, en cambio los valores altos, que el suelo es bueno, esto nos sirve para determinar los espesores de las capas de los pavimentos.

El CBR de un suelo se calcula por la fórmula siguiente:

$$CBR (\%) = \frac{Carga\ Unitaria\ del\ ensayo}{Carga\ Unitaria\ Patron} \times 100 \quad (24)$$

Para el diseño de obras viales, el C.B.R. que se utiliza es el valor que se obtiene para una penetración de 0.1mm” a 0.2mm” considerándose el mayor valor obtenido.

Para determinar el CBR de un suelo se realizan los siguientes ensayos:

Determinación de la densidad máxima y humedad óptima.

Determinación de propiedades de expansión del material (hinchamiento).

Determinación de la resistencia a la penetración.

CUADRO N° 0 26: VALORES CORRESPONDIENTES A LAS MUESTRAS PATRÓN (MACADAM)

UNIDADES MÉTRICAS		UNIDADES INGLÉSAS	
Penetración (mm)	Carga Unitaria (kg/cm ²)	Penetración (mm)	Carga Unitaria (kg/cm ²)
2.54	70.31	0.10	1000
5.08	105.46	0.20	1500

FUENTE: CARRETERAS, CALLES Y AEROPUERTOS

CUADRO N° 0 27: CLASIFICACIÓN TÍPICA DE CBR

CBR (%)	CLASIFICACIÓN
<3	Muy pobre
3 – 5	Pobre
6 – 10	Regular
11 – 19	Bueno
Mayor a 20	Excelente

FUENTE: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

El ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), recomienda para la elección del CBR de un suelo debe tener las características siguientes: “El CBR de la capa superficial

debe ser mayor de 40%, siendo deseable que sea de 60% para los casos de excesivo tráfico de vehículos pesados (ómnibus y camiones).

Dada la variabilidad que presentan los suelos (aun dentro de un mismo grupo de suelos y en un sector homogéneo), así como los resultados de los ensayos de CBR (valor soporte del suelo), se efectuara un mínimo de 6 ensayos de CBR por sector homogéneo del suelo, con el fin de aplicar un criterio estadístico para la selección de un valor único de soporte del suelo.

En caso de que un determinado sector se presente una gran heterogeneidad en los suelo de subrasante que no permite definir uno como predominante, el diseño se basara en el suelo más débil que se encuentre.

El Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC), asume que el valor del CBR de diseño por sector homogéneo, se determinara según lo siguiente:

Si el sector homogéneo presenta para el periodo de diseño un número de repeticiones de EE 8.2 ton, menor de 1×10^5 , el CBR de diseño será aquel que represente al percentil 60% de los valores de CBR.

Si el sector homogéneo presenta un número de repeticiones de EE 8.2ton, entre 1×10^5 y 1×10^6 : el CBR de diseño será aquel que represente al percentil 75% de los valores de CBR.

PESO ESPECÍFICO (para muestras de calicata y cantera)

Según **Alva Hurtado**, indica “que es la relación que existe entre el peso y el volumen de la fase solida de la muestra, su fórmula es la siguiente:

$$Pe = \frac{P_{mw}}{P_m - P_{mw}} \left(\frac{gr}{cm^3} \right) \quad (25)$$

Dónde:

Pe : Peso específico del suelo.

Pmw: Peso de la muestra en el agua.

Pm : Peso de la muestra en el aire.

Para partículas menores a 4.75 mm (Tamiz N° 4), se usa el método estándar AASHO T-100-70 (Limo y Arcilla), se determina mediante la siguiente formula:

$$Pe = \frac{P_s}{P_s + P_{fa} - P_{fas}} \times \gamma_r = \frac{P_s}{V_s} \quad (26)$$

Dónde:

Pe : Peso específico del suelo.

γ_w : Peso específico del agua.

Ps : Peso de la muestra seca.

Pfas : Peso de la fiola, calibrada con agua y suelo.

Pfa : Peso de fiola con agua”

2.5.2.4.3. ESTABILIZACIONES

La capacidad portante o CBR, de los materiales de las capas de subrasante y del afirmado, deberá estar de acuerdo a los valores de diseño, no se admitirán valores inferiores. La estabilización de un suelo, es un proceso que tiene por objeto mejorar su resistencia, su durabilidad, su insensibilidad al agua, etc.

De esta forma se podrán utilizar suelos de características marginales como subrasante o en capas inferiores de la capa de rodadura y suelos granulares de buenas características, pero de estabilidad insuficiente (CBR menor al mínimo requerido), en la capa de afirmado.

La estabilización puede ser granulométrica o mecánica, conformada por mezclas de dos o más suelos de diferentes características, de tal forma de obtener un suelo de mejor granulometría, plasticidad, permeabilidad o impermeabilidad, etc.

También la estabilización se realiza mediante aditivos que actúan física o químicamente sobre las propiedades del suelo; entre los más utilizados están la cal y el cemento, pero también se emplean cloruro de sodio (Sal), cloruro de magnesio, asfaltos líquidos, escorias y productos químicos.

El grado de estabilización depende del tipo de suelo, del aditivo utilizado, de la cantidad añadida, y muy especialmente de la ejecución.

La técnica de estabilización de suelos se aplicará utilizando materiales granulares locales y el material estabilizador que permita una solución más económica sobre otras alternativas.

Se considera que dentro de los métodos más prácticos desde el punto de vista de su aplicación son los que a continuación se indican:

Capa Superficial del Afirmado

Estabilización granulométrica

Estabilización con cal

Estabilización con cemento

CAPA SUPERFICIAL DEL AFIRMADO

La colocación de la capa superficial del afirmado es opcional, pero de colocarse el espesor de esta capa se deducirá del espesor total calculado para la capa de afirmado. El espesor de la capa superficial del afirmado no será menor al mínimo constructivo de 100 mm.

Un buen material para capa superficial de afirmado deberá estar constituido principalmente de grava triturada y arena gruesa con partículas más finas para llenar los vacíos y una porción pequeña de arcilla para actuar como ligante.

El material debe ser de buena estabilidad, resistente a la abrasión, no permitir el levantamiento de polvo, que provoque un mínimo desgaste de neumáticos, económico y de fácil mantenimiento.

Diversos tipos de materiales son convenientes como capa superficial del afirmado, como los agregados triturados que al mezclarse con otros materiales locales proporcionan una distribución y características de tamaño necesarias para la construcción apropiada de la capa superficial del afirmado.

El CBR de la capa superficial debe ser mayor de 40%, siendo deseable que sea de 60% para los casos de excesivo tráfico de vehículos pesados (ómnibus y camiones).

Los agregados pueden clasificarse en tres categorías:

Agregados con deficiencia de finos

Agregados con suficiente cantidad de finos

Agregados con exceso de finos

Estas tres clases se pueden utilizar como materiales de la capa superficial del afirmado, pero necesitan ser modificados con la adición de otros materiales.

Los agregados que son deficientes en finos se les pueden añadir materiales finos de fuentes locales tales como arenas, limos o arcillas. Las arcillas pueden ser utilizadas con los agregados de la capa superficial del afirmado, especialmente en zonas particularmente secas, porque proporcionan una capa de rodadura excelente para el afirmado. Sin embargo, puede haber problemas por excesiva humedad.

Los agregados con suficiente cantidad de finos se deben utilizar directamente para la capa superficial del afirmado sin necesidad de modificación.

Los agregados con exceso de finos pueden ser utilizados, incorporando otros agregados con poco contenido de finos, se mezclan hasta homogenizar el producto y obtener la cantidad de finos necesarios. El material a incorporar debe ser deficiente en finos de

modo que cuando se combine con el material original se obtenga la distribución granulométrica apropiada.

Tal como se indicó los agregados para la capa superficial del afirmado deben ser de alta resistencia y con una granulometría bien gradada, de tal manera que la mayoría de los vacíos sean llenados y la compactación requerida, 100% de la MDS, sea obtenida.

ESTABILIZACIÓN GRANULOMÉTRICA

La estabilización granulométrica consiste en mezclar dos o más suelos para obtener un material de características admisibles para ser utilizado como subrasante o como afirmado. En general, se deben utilizar materiales locales a fin de optimizar los costos de preparación y de transporte. Normalmente uno de los suelos es el natural de la subrasante y el otro es el de aporte para mejorar sus propiedades. Así, por ejemplo, se puede añadir a un suelo granular sin finos, otro de grano fino y cierta plasticidad, a fin de obtener una mezcla de mayor cohesión, más fácil de compactar, más impermeable y en suma más estable.

ESTABILIZACIÓN CON CAL

El suelo-cal se obtiene por mezcla íntima de suelo, cal y agua. La cal que se utiliza se compone fundamentalmente de óxido cálcico (cal viva), obtenido; por calcinación de materiales calizos, o hidróxido cálcico (cal apagada). Estas cales se llaman también aéreas por la propiedad que tienen de endurecerse en el aire, una vez mezcladas con agua, por acción del anhídrido carbónico. La experiencia demuestra que los productos de la hidratación del cemento pueden ser reproducidos combinando dos o más componentes primarios de este producto como: CaO , SiO_2 , Al_2O_3 y Fe_2O_3 en las proporciones adecuadas y en presencia de agua. Como la mayoría de los suelos contienen sílice y aluminio silicatos, la incorporación de cal anhidra (CaO) o de cal hidratada (Ca(OH)_2) y agua en cantidad apropiada se puede obtener la composición deseada. Al mezclar el suelo con la cal se produce una reacción rápida de floculación e intercambio iónico, seguida de otra muy lenta de tipo puzolánico, con formación de nuevos productos químicos. La sílice y alúmina de las partículas del suelo se combinan con la cal en presencia de agua para formar silicatos y aluminatos cálcicos insolubles. Uno de los efectos más importantes de la cal en el suelo es el de cambiar apreciablemente su plasticidad. Con suelos de baja plasticidad ($\text{IP} < 15$), aumentan tanto el LL como el LP, y también muy ligeramente su IP. En cambio en los suelos de plasticidad media y elevada ($\text{IP} > 15$) disminuye el IP.

También aumenta la humedad óptima de compactación, lo que permite la densificación de suelos de elevada humedad natural, que de otro modo no permitirían la construcción de la capa de rodadura sobre ellos. Los suelos más apropiados para estabilizar con cal son los de granulometría fina, de cierta plasticidad. En cortes e incluso en terraplenes, donde se evidencien suelos arcillosos, resulta conveniente mejorar el suelo con un pequeño porcentaje de cal para proteger la explanación y formar una plataforma para la construcción de la capa de rodadura.

El suelo se vuelve más friable y granular, y al aumentar su límite plástico y humedad óptima de compactación permite su puesta en obra con mayor facilidad.

Es frecuente que la mezcla se realice en dos fases, con un periodo intermedio de reacción de 1 - 2 días. La aplicación más usual de las estabilizaciones con cal es en subrasantes y como capa de rodadura, en zonas de suelos arcillosos y/o con canteras de materiales granulares lejanos.

La National Lime Association resume las propiedades que se obtienen después de una estabilización o mejoramiento con cal, en lo siguiente:

Reducción del índice de plasticidad, debido a una reducción del límite líquido y a un incremento del límite plástico.

Reducción considerable del ligante natural del suelo por aglomeración de partículas.

Obtención de un material más trabajable y fiable como producto de la reducción del contenido de agua en los suelos (rotura fácil de grumos).

La cal ayuda a secar los suelos húmedos lo que acelera su compactación.

Reducción importante del potencial de contracción y del potencial de hinchamiento.

Incremento de la resistencia a la compresión simple de la mezcla posterior al tiempo de curado alcanzando en algunos casos hasta un 40% de incremento.

Incremento de la capacidad portante del suelo (CBR).

Incremento de la resistencia a la tracción del suelo.

Formación de barreras impermeables que impiden la penetración de aguas de lluvia o el ascenso capilar de aguas subterráneas.

ESTABILIZACIÓN CON CEMENTO

El material llamado suelo-cemento se obtiene por la mezcla íntima de un suelo suficientemente disgregado con cemento, agua y otras eventuales adiciones, seguida de una compactación y un curado adecuados. De esta forma el material suelto se convierte en otro endurecido, mucho más resistente. A diferencia del concreto; sin embargo, los

granos de los suelos no están envueltos (en pasta de cemento endurecido, sino que están puntualmente unidos entre sí por lo que el suelo-cemento tiene una resistencia inferior y un módulo de elasticidad más bajo que el concreto. El contenido óptimo de agua se determina por el ensayo Proctor como en la compactación de suelos.

Las propiedades del suelo-cemento dependen de:

Tipo y cantidad de suelo, cemento y agua.

Ejecución.

Edad de la mezcla compactada y tipo de curado

2.5.2.5. SEÑALIZACIÓN

2.5.2.5.1. GENERALIDADES

Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC), nos define que la señalización está encargado a controlar las operaciones de los vehículos, generando el ordenamiento del flujo de tránsito en una vía y brindar informar a los conductores de todo lo que se relaciona con el camino que circulan.

Para lograr este plan, se hará uso de señales, preferentemente gráficas que se colocarán a los costados de la carretera o en la superficie de rodadura.

2.5.2.5.2. SEÑALES VERTICALES

Las señales verticales son dispositivos instalados al costado o sobre el camino, y tienen por finalidad, reglamentar el tránsito, prevenir e informar a los usuarios mediante palabras o símbolos establecidos por el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

2.5.2.5.2.1. TIPOS DE SEÑALES VERTICALES

Para nuestro caso, las señales se reducirán a las mínimas necesarias, sin descuidar la seguridad de los conductores. Como el pavimento está diseñado para afirmado, sólo se ha previsto el uso de señales verticales. Se consideran los siguientes tipos de señales:

SEÑALES REGULADORAS O DE REGLAMENTACIÓN

Tienen por objeto notificar a los usuarios, las limitaciones, restricciones, prohibiciones y/o autorizaciones existentes que gobiernan el uso de la vía.

SEÑALES DE PREVENCIÓN

Su propósito es advertir a los usuarios sobre la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma

permanente o temporal. Estas señales ayudan a los conductores a tomar las precauciones del caso, por ejemplo reduciendo la velocidad o realizando maniobras necesarias para su propia seguridad, la de otros vehículos y de los peatones.

SEÑALES DE INFORMACIÓN

Tienen la función de informar a los usuarios, sobre los principales puntos notables, lugares de interés turístico, arqueológicos e históricos existentes en la vía y su área de influencia y orientarlos y/o guiarlos para llegar a sus destinos y a los principales servicios generales, en la forma más directa posible. De ser necesario las indicadas señales se complementarán con señales preventivas y/o reguladoras.

POSTES KILOMÉTRICOS

Tienen por función indicar al conductor la distancia que está recorriendo en la vía. Serán colocados a intervalos de 1 km. Siendo éstos colocados en el lado derecho y en sentido del tránsito que circula. Estas señales se colocarán a 0.50 m. Del borde de la calzada en una vía urbana y a 1.80 m. en carreteras.

2.5.3. MARCO CONCEPTUAL: TERMINOLOGÍA BÁSICA

Afirmado. Capa de material selecto procesado o semi procesado de acuerdo al diseño que se coloca sobre la sub rasante de una carretera, funciona como capa de rodadura y de soporte de tráfico en carreteras no pavimentadas.

Berma. Franja longitudinal, pavimentada o no, comprendida entre el borde exterior de la calzada y la cuneta o talud.

Bombeo. Pendiente transversal de la plataforma en tramos en tangente.

BM. Es un punto topográfico de elevación fija que sirve de control para la construcción de carreteras de acuerdo a los niveles de proyecto. Generalmente está constituido por un hito o monumento.

Calzada. Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos. Se compone de un cierto número de carriles.

Camino. Vía terrestre para el tránsito de vehículos motorizados, peatonales y animales, con excepción d vías férreas.

Carretera. Camino para el tránsito de vehículos motorizados, de por lo menos dos ejes con características geométricas definidas de acuerdo a las normas técnicas vigentes en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Carretera Pavimentada. Carretera cuya superficie de rodadura está conformada por material bituminoso (flexible) o de concreto portland (rígida).

Carretera no Pavimentada. Carretera cuya superficie de rodadura está conformada por gravas o afirmado, suelos estabilizados o terreno natural.

Carril. Franja longitudinal en que está dividida la calzada, delimitada o no por marcas viales longitudinales, y con ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos.

Curva de Transición. Curva en planta que facilita el tránsito gradual desde una trayectoria rectilínea a una curva circular, o entre dos circulares de radio diferente.

Curva Vertical. Curva en elevación que enlaza dos rasantes con diferente pendiente.

Derecho de Vía. Faja de ancho variable dentro de la cual se encuentra comprendida la carretera y todas sus obras accesorias.

Distancia de Adelantamiento. Distancia necesaria para que, en condiciones de seguridad, un vehículo pueda adelantar a otro que circula a menor velocidad, en presencia de un tercero que circula en sentido opuesto.

Distancia de Cruce. Es la longitud de carretera que debe ser vista por el conductor de un vehículo que pretende atravesar dicha carretera (vía preferencial).

Distancia de Parada. Distancia total recorrida por un vehículo obligado a detenerse tan rápidamente como le sea posible, medida desde su situación en el momento de aparecer el objeto u obstáculo que motiva la detención.

Diseño Geométrico. Es el estudio geométrico de una carretera tomando como base el tráfico que soporta; el alineamiento de su eje, un conjunto de características técnicas y de seguridad que debe reunir para el tránsito vehicular y peatonal formando parte de una gestión inteligente.

Drenaje. Conjunto de obras que tienen como fin evacuar las aguas superficiales y subterráneas que afectan a una vía.

Eje. Línea que define el trazado en planta o perfil de una carretera, y que se refiere a un punto determinado de su sección transversal.

Elemento. Alineación, en planta o perfil, que se define por características geométricas constantes a lo largo de toda ella.

Se consideran los siguientes elementos:

En planta: Tangente (acimut constante), curva circular (radio constante), curva de transición (parámetro constante)

En perfil: Tangente (pendiente constante), curva parabólica (parámetro constante)

Escorrentía. Agua de lluvia que discurre por la superficie del terreno.

Explanación. Zona de terreno realmente ocupada por la carretera, en la que se ha modificado el terreno original.

Hidrología. Ciencia que trata de las propiedades mecánicas, físicas y químicas de las aguas en general.

Guardavías. Sistema de contención de vehículos empleado en los márgenes y separadores de las carreteras.

Índice Medio Diario Anual (IMDA). Número promedio de vehículos medido en un período de 24 horas, del total de vehículos que pasan por una sección determinada de vía.

Índice Medio Diario Anual (IMDA). El volumen de tránsito promedio ocurrido en un período de 24 horas promedio del año.

Impacto Ambiental. Es la alteración o modificación del medio ambiente ocasionado por la acción del hombre o de la naturaleza que incluye los impactos socio ambiental.

Línea de Gradiente. Es una línea quebrada que tiene una determinada pendiente y sirve para ubicar la posible poligonal que servirá de base para el estudio definitivo.

Pavimento. Es la estructura construida sobre la subrasante, para los siguientes fines. Resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y Mejorar las condiciones de comodidad y seguridad para el tránsito.

Pendiente. Inclinação de una rasante en el sentido de avance.

Peralte. Inclinação transversal de la plataforma en los tramos en curva.

Plataforma. Ancho total de la carretera a nivel de subrasante.

Rasante. Línea que une las cotas de una carretera terminada.

Sección Transversal. Corte ideal de la carretera por un plano vertical y normal a la proyección horizontal del eje, en un punto cualquiera del mismo.

Señalización Vial. Conjunto de elementos ubicados a lo largo de la carretera con el fin de brindar información gráfica para la orientación de seguridad de los usuarios.

Subrasante. Superficie del camino sobre la que se construirá la estructura del pavimento.

Trocha Carrozable. Camino por donde circulan vehículos automotores contruidos con un mínimo movimiento de tierras, con una sección transversal que permite el paso de un solo vehículo.

Terraplén. Parte de la explanación situada sobre el terreno original.

Tramo. Con carácter genérico, cualquier porción de una carretera, comprendida entre dos secciones transversales cualesquiera. Con carácter específico, cada una de las partes en que se divide un itinerario, a efectos de redacción de proyectos.

Tránsito. Todo tipo de vehículos y sus respectivas cargas, considerados aisladamente o en conjunto, mientras utilizan cualquier camino para transporte o para viaje.

Velocidad Directriz o de Diseño. Es la máxima velocidad que puede mantener con seguridad sobre una sección determinada de vía. Cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño.

Vía. Carretera, vía urbana o camino rural abierto a la circulación públicas de vehículos y o peatonales.

Vía Urbana. Cualquiera de las que componen la red interior de comunicaciones de una población, siempre que no formen parte de una red arterial.

2.5.4. MARCO HISTÓRICO

En el antiguo Perú, los caminos eran una maravilla. Desde épocas muy remotas, los seres humanos habían establecido contacto y circulaban bastante. El mismo despertar del asentamiento de Caral se explica por el intercambio de productos civilizatorios entre regiones de costa, sierra y selva. Milenios después, los caminos fueron unificados bajo el imperio inca para la afirmación del Estado y, al entrar los españoles, había más de 30,000 km que cruzaban todo el territorio andino.

Los principales eran dos, que corrían de norte a sur, atravesando tanto la costa como la sierra. Estos caminos longitudinales estaban conectados por multitud de ramales y se complementaban con rutas de penetración hacia la selva.

Los arrieros coloniales y del siglo XIX se movían a lomo de bestia, por caminos malísimos que frecuentemente eran asaltados por malhechores. Las cosas empeoraron sensiblemente durante el primer siglo republicano, cuando tan cerca como la Tablada de

Lurín se encontraban peligrosos bandoleros que asolaron varias veces la capital. El Estado se había venido abajo y, comparado con el poder del inca, los primeros presidentes republicanos eran pigmeos.

Este estado de cosas empezó a ser superado durante el "oncenio" de Leguía. Habían llegado los vehículos a motor y la red carretera se constituyó en una prioridad. De una manera compulsiva y a través de una ley de conscripción vial, se construyó el primer sistema para vehículos menores. Pocos años después, en los treinta, Benavides construyó la Panamericana y se restableció la comunicación de valle en valle por la costa, atravesando los desiertos, algo que se había perdido al caer el Tawantinsuyu. Parecía que los medios técnicos de la modernidad permitirían superar por fin el legado de los incas. Dicho sea de paso, recién en 1940, el Perú alcanzó la población del imperio incaico, 12 millones de habitantes.

Ya en el gobierno de Fernando Belaunde Terry, planteó el proyecto de construcción de la carretera Marginal de la Selva, que una vez concluida se extendería desde Arauca, en la frontera de Colombia y Venezuela, hasta el terminal ferroviario de Santa Cruz, en Bolivia, uniendo las tres grandes cuencas fluviales de América del Sur (Orinoco, Amazonas y La Plata), conectando en su extenso recorrido a Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Argentina.

Una vez culminada la obra, se harían accesibles más de 7 millones de hectáreas de elevado rendimiento agrícola sobre un nuevo espacio habitable y productivo para millones de colonos. Estudios preliminares permitían prever que la zona de influencia de la carretera en el Perú se extendería a más de 2 millones de hectáreas, favoreciendo a más de 600 mil habitantes al generar una producción agrícola estimada en más de 10 millones de dólares por año de aquellas épocas.

Representantes de los cuatro países directamente involucrados –Perú, Colombia, Ecuador y Bolivia- acordaron en Lima, en enero de 1964, la pronta iniciación de la obra. En el Perú, el trabajo se concentró en el eje Tingo María-Moyobamba que más tarde, con la terminación del tramo Jaén-San Ignacio, logró la unión de esta provincia fronteriza con la carretera Lima-Pucallpa.

Actualmente el Ministerio de Transporte y Comunicaciones viene invirtiendo en proyectos de mejoramiento y/o rehabilitación de la red vial nacional.

Finalmente, está la red departamental y vecinal, de gran importancia pues se enmarca dentro de la preocupación del Gobierno por impulsar la inclusión económica y social de los centros poblados y los distritos con más necesidades del país.

2.5.5. HIPÓTESIS A DEMOSTRAR

El diseño geométrico a nivel de afirmado del camino vecinal San Juan de Pamplona – Santa Clara – Villa Hermosa, formara parte del expediente técnico, con el fin de ejecutarse en proyecto en estudio, y de esta manera permitirá darle fluidez a la población beneficiada en traslado de productos, que generara mejores condiciones de vida y mayores ingresos en la canasta familiar, con el aumento del turismo, mejor salud y educación.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. RECURSO HUMANOS

ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS:

02 topógrafos (Tesistas)

01 auxiliar libretista

02 Ayudante porta miras

02 Ayudante wincheros

02 Ayudante porta jalones

TRABAJO DE GABINETE

02 Tesistas

ESTUDIO DE SUELOS

02 Tesistas

01 Técnico de laboratorio

04 ayudantes (excavación)

Los demás estudios especiales preliminares y diseños fueron realizados por los Tesistas.

3.1.2. RECURSOS MATERIALES

EQUIPO DE OFICINA

02 Computadoras portátiles

01 Impresora

01 Plotter

01 Escritorio de trabajo

02 calculadoras científicas

EQUIPO DE CAMPO

Nivel Topográfico

G.P.S.

01 brújula

Carta Nacional a escala 1: 100,000

Mapa Vial del Departamento de Loreto

Papel bon A-4

Libretas de Topografía

01 eclímetro

01 escalímetro

01 wincha 50 metros,

01 cámara fotográfica

Machetes, botas de jebe, Ponchos impermeables.

ESTUDIO DE SUELOS

Muestras de suelos

Instrumentos de laboratorio

Los demás estudios especiales preliminares y diseños fueron realizados por los Tesistas mediante investigaciones varias.

Finalmente se procedió a la aplicación de los conocimientos adquiridos durante la formación académica profesional utilizando herramientas como:

Hojas de cálculos varios, de diseños hidráulicos, geométricos y estructurales de los elementos de la infraestructura vial.

Programa asistido de dibujo (AUTOCAD 2017).

3.2. METODOLOGÍA

3.2.1. UNIVERSO, MUESTRA POBLACIÓN

UNIVERSO

Carreteras y caminos de la Región Loreto.

POBLACIÓN

Carreteras y Caminos de la Provincia de Alto Amazonas.

MUESTRA

Camino vecinal San Juan de Pamplona – Santa Clara – Villa Hermosa.

3.2.2. SISTEMAS DE VARIABLES

3.2.2.1. VARIABLE DEPENDIENTE

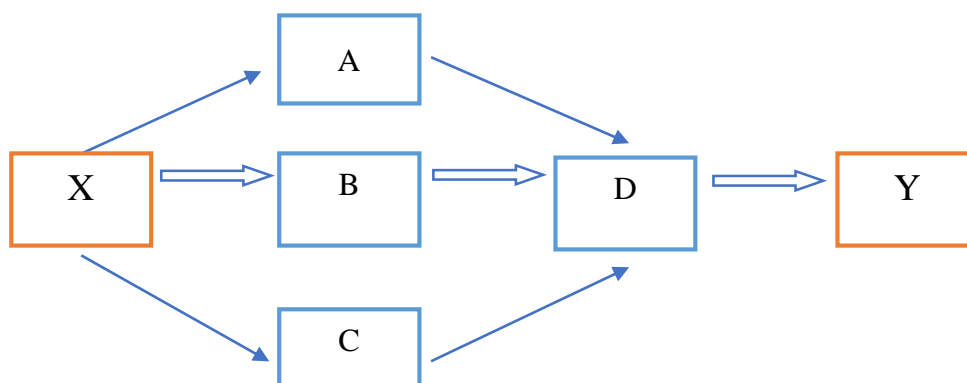
Levantamiento topográfico, estudios hidrológicos, estudios de mecánica de suelos y los suelos de impacto ambiental.

3.2.2.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Diseño geométrico y de pavimento del camino vecinal San Juan de Pamplona – Santa Clara – Villa Hermosa.

3.2.3. DISEÑO EXPERIMENTAL DE LA INVESTIGACIÓN

ESQUEMA DE METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN



X: Situación inicial problematizada que requiere la intervención de estudio.

A: Aplicación de estudio Socio- Económico para conocer la necesidad.

B: Estudios de ingeniería para levantar información requerida.

C: Estudios especiales para complementar la información.

D: Estudios de compatibilidad de procesos y alternativas que respaldan la toma de decisión para definir la alternativa de solución.

Y: Resultado de la intervención que presenta la alternativa de solución del estudio definitivo.

3.2.4. DISEÑO INSTRUMENTAL

3.2.4.1. FUENTES TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE SELECCIÓN DE DATOS

FUENTES TÉCNICAS

Se utilizó Bibliografía variada y adecuada para la investigación, las cuales se mencionó en el marco teórico y en las referencias bibliográficas.

INSTRUMENTOS DE SELECCIÓN DE DATOS

La información se adquirió a través de datos técnicos y muestras tomadas directamente en la zona de estudio.

3.2.5. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Los Procesamiento y presentación de Datos se hizo de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas de Diseño de Carreteras, y utilizando cálculos estadísticos adecuados con la finalidad de obtener resultados satisfactorios. Con respecto al estudio de suelos

realizado se utilizó el CBR en el diseño del espesor del pavimento y la calidad del agregado en la conformación de la sub-rasante y afirmado.

3.2.5.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

El método empleado para la información del estudio económico consistió en recurrir a fuentes existentes sobre la producción agrícola de la zona, población beneficiaria, existencia de servicios educativos, de salud y otros, elaborando los cuadros respectivos.

Para el Análisis se empleó el Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito, aprobada con resolución ministerial N° 303-208-MTC/02 del 04/04/2008, así como la interpretación de los ensayos a realizarse, se utilizó las Normas ASTM. El método empleado para el diseño del pavimento fue NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities), para el dimensionamiento de caminos afirmados.

3.2.5.2. INFORMACIÓN DEL PROYECTO: DISEÑO OBTENIDO

3.2.5.2.1. DETALLE DE EJECUCIÓN DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES

La sección transversal que se ha optado, está en función a la velocidad de directriz del camino vecinal. Esto significa después del ancho de la calzada al borde del talud viene directamente la cuneta. Para el ancho de la sección transversal se tomó en consideración lo establecido en el Cuadro N° 01 del Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito.

2.2.5.2.2. TRAZO DEL PERFIL LONGITUDINAL

PERFIL LONGITUDINAL PROPUESTO

Por tratarse de un proyecto de diseño geométrico y cálculo del espesor del afirmado, donde se mejora la carpeta de rodadura y ancho, se trató de adaptar la rasante al terreno, ya que presentaba un terreno ondulado.

PENDIENTES

Las pendientes fuertes en algunas curvas verticales, han sido reducidas con algunos cortes en terreno tratando de ajustarse a los valores recomendados por las normas de diseño de caminos vecinales. Ver Cuadro N° 12.

3.2.5.3. CRITERIOS GENERALES DE APLICACIÓN

La velocidad de directriz, es la escogida para el diseño de un tramo determinado de la carretera, de acuerdo a la topografía del terreno sobre el cual se desarrolla esta y en concordancia con la necesidad de evitar excesivos movimientos de tierra.

En el tramo en estudio la topografía sobre el cual se desarrolla el camino vecinal San Juan de Pamplona – Santa Clara – Villa Hermosa, corresponde a una topografía ondulada, por lo que en cumplimiento a las Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras la velocidad adoptada es de 30 km/h.

Categoría : Tercera Clase (T1)
Velocidad Directriz : 30 Km/h
Longitud : 11 Km
Ancho de calzada : 4.5 m
Cunetas : 0.60m x 0.30m
Peralte : De acuerdo a Normas
Radio mínimo : 15.00 m
Radio excepcional : 10.00 m
Radio Máximo : 250.00 m
Pendiente máxima : 12%
Bombeo : 2.5%

3.2.5.4. ALINEAMIENTO HORIZONTAL

El alineamiento horizontal permitirá conservar siempre la velocidad de directriz de diseño.

3.2.5.5. CURVAS HORIZONTALES

3.2.5.5.1. RADIOS MÍNIMOS NORMALES

Según las normas de Diseño de Carreteras, se determina el radio mínimo excepcional.

Radio Mínimo normal 15 m.

Radio Mínimo excepcional 10 m.

Para el Caso del Proyecto, el radio mínimo proyectado es de 10.00 m.

3.2.5.5.2. HOMOGENEIDAD DEL TRAZO

Se busca un alineamiento en el cual las condiciones sean consistentes. Se evita tanto como sea posible los cambios súbitos en el alineamiento. Teniendo en cuenta que las tangentes largas se conectaran con curvas suaves, y las curvas cortas y agudas no se combinarán con curvas largas de pequeña curvatura.

3.2.5.5.3.DESARROLLO DE CURVAS

Para el presente proyecto se utilizaran curvas circulares simples, con lo que se lograra una mejor adaptación del terreno natural por donde se desarrolla el trazo.

3.2.5.5.4.PERALTES Y SOBREANCHOS

La finalidad del uso de peraltes es contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga, todas las curvas horizontales deben ser peraltadas.

3.2.5.6. SECCIONES TRANSVERSALES

3.2.5.6.1.CALZADA

El ancho de la calzada o rasante resulta de la suma del ancho de la carpeta de rodadura más el ancho de bermas y sobreanchos, en curvas. El ancho de la superficie de la carretera es adecuado para acomodar el tipo y capacidad de transito previsto con la velocidad del proyecto propuesto.

3.2.5.6.2.PLAZOLETAS DE CRUCE

Se ha previsto la construcción de plazoletas a distancias donde se requiera de 30.00 x 3.00 m.

TABLA N° 0 3: UBICACIÓN DE PLAZOLETAS DE CRUCE

PROGRESIVAS	LADO
00 + 640	Izquierdo
01 + 120	Derecho
01 + 400	Derecho
02 + 040	Izquierdo
02 + 400	Izquierdo
03 + 030	Izquierdo
03 + 530	Derecho
04 + 040	Izquierdo
04 + 520	Derecho
05 + 110	Izquierdo

05 + 620	Derecho
05 + 930	Izquierdo
06 + 620	Izquierdo
07 + 000	Derecho
07 + 470	Izquierda
07 + 950	Derecha
08 + 510	Derecha
09 + 520	Derecho
10 + 110	Izquierdo
10 + 620	Derecho
10 + 930	Izquierdo

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.2.5.6.3. TRANSICIÓN DEL PERALTE

La mitad de la longitud de transición será colocada fuera de la curva y la otra mitad dentro de ella. Los valores que se consideran de acuerdo a las Normas para el Diseño de camino vecinales es el siguiente:

CUADRO N° 0 28: LONGITUD DE TRANSICIÓN EN PERALTE

ANCHO DE PLATAFORMA	LONGITUD DE TRANSICIÓN (L) PARA PERALTE (P)								
	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
4.50	13.50	19.00	24.00	28.50	33.00	36.50	39.00	43.50	47.00

FUENTE: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

3.2.5.7. TRAZADO DE PERFIL LONGITUDINAL

3.2.5.7.1. PERFIL LONGITUDINAL PROPUESTO

La nivelación del eje de la vía se realizó en circuitos cerrados con la ayuda de un G.P.S, colocando sobre la base del BM ubicado al inicio del camino vecinal, donde se obtiene la cota del punto de partida, para luego proceder a nivelar cada una de las estacas de la poligonal obteniéndose la altitud de cada una de ellas.

3.2.5.7.2. PENDIENTES

De las Normas Peruanas de Diseño de Carreteras se tomaron las pendientes máximas y mínimas, como valores límites para el trazado del perfil longitudinal:

Pendiente mínima: 0.5%

Pendiente máxima: 12.00%

3.2.5.8. EXPLORACIÓN DE CANTERAS

Respecto a los agregados para el afirmado se cuenta con dos canteras, ubicado a 17.023 Km de la zona de estudio. La cual cumple con los parámetros básicos para ser utilizado como material de préstamo.

3.2.5.9. METODOLOGÍA DEL TRABAJO A REALIZAR

Para el presente proyecto en estudio diseño del Camino Vecinal San Juan De Pamplona – Santa Clara – Villa Hermosa, se utilizaron los métodos de ingeniería adquiridos durante los estudios universitarios, que son los siguientes:

FASES DE CAMPO

Se realizó las siguientes actividades:

Evaluación de la población beneficiaria.

Evaluación Socio Económica de la Población beneficiaria.

Ocupación laboral de la población en estudio.

Inventario vial actual de la vía en estudio.

Levantamiento Topográfico.

Evaluación de la ubicación de las Obras de Arte a proyectarse.

Evaluación y estudios de los suelos de la sub-rasante.

Ubicación y evaluación de las probables canteras, para la extracción del Material de Préstamo.

FASES DE GABINETE

Durante este proceso se realizó lo siguiente:

Análisis y Verificación de los datos obtenidos en campo.

Procesamiento de datos mediante los programas adecuados (civil 3d para el diseño de carreteras).

Evaluación de los resultados, para verificar que cumplan con los parámetros establecidos en el manual de Diseño Geométrico y el Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Obtención de planos y diseño de la carretera en estudio, de acorde al manual.

3.2.5.10. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Para el Estudio de Mecánica de Suelos se realizó lo siguiente:

EN CAMPO

Las investigaciones se realizaron a través de la construcción de calicatas a cielo abierto, cada 500 mts. de distancia, las mismas que fueron ejecutados manualmente con profundidades que fluctúan entre 0.00 y 1.50 metros. En estas calicatas se tomaron muestras inalteradas de acuerdo a los cambios estratigráficos existentes en el terreno, las mismas que fueron descritos e identificados mediante una tarjeta con indicación de ubicación, número de muestras y profundidad, colocándolas en bolsas de polietileno, para su traslado al laboratorio. Durante la ejecución de las investigaciones de campo se llevó un registro en el que se anotó el espesor de cada uno de las capas del subsuelo, sus características de gradación y el estado de compacidad de cada uno de los materiales.

EN LABORATORIO

Las muestras recolectadas se procesaron y practicaron los diferentes estudios requeridos. Los suelos que más predominan son el tipo (CL), es decir arcillas inorgánicas, arcillas limosas de la plasticidad mediana a baja y de color marrón oscuro.

Todo lo descrito se presenta en el estudio de suelos que se presenta en los anexos.

3.2.5.10.1. UBICACIÓN DE CALICATAS REALIZADAS

Las calicatas se realizaron en las siguientes progresivas que se detalla a continuación:

TABLA N° 0 4: UBICACIÓN DE CALICATAS

CALICATA N°	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD
1	0+000	1.50
2	0+500	1.50
3	1+000	1.50
4	1+500	1.50
5	2+000	1.50
6	2+500	1.50
7	3+000	1.50
8	3+500	1.50
9	4+000	1.50
10	4+500	1.50
11	5+000	1.50
12	5+500	1.50
13	6+000	1.50
14	6+500	1.50
15	7+000	1.50
16	7+500	1.50
17	8+000	1.50
18	8+500	1.50

19	9+000	1.50
20	9+500	1.50
21	10+000	1.50
22	10+500	1.50
23	11+000	1.50

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.2.5.10.2. MUESTREO DE SUELOS Y PRUEBAS PRACTICADAS

En cada una de las calicatas efectuadas en el Camino vecinal San Juan De Pamplona – Santa Clara – Villa Hermosa, se realizó un muestreo sistemático de las diferentes capas que conforman la subrasante del camino en estudio.

Las muestras de campo recolectadas, se trasladaron al laboratorio para realizar los estudios necesarios y determinar la capacidad portante del suelo, cuyos resultados se presentan en el Anexo: Estudio de Suelo y Canteras.

3.2.5.10.3. CAPACIDAD PORTANTE CBR

Para determinar la capacidad portante de la Sub-rasante se realizaron pruebas para la determinación del (CBR) en cada calicata. Los valores de C.B.R. obtenidos en cada calicata realizada, fluctúan entre 2.80 a 6.10%, se detallan en Resultados y en el estudio de suelos Anexos por los valores de C.B.R. que se tiene como resultado de los ensayos realizados.

3.2.5.10.4. ENSAYOS DE LABORATORIO EFECTUADOS

Para determinar el tipo de suelo de la sub-rasante y el material para afirmado se realizaron los ensayos adecuados para la determinación del espesor del pavimento y la cantera a utilizar.

Los ensayos realizados en laboratorio se detallan a continuación:

Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D-422), MTC E 107.

Contenido de Humedad (ASTM D-2216), MTC E 108

Clasificación AASHTO (M - 145)

Límite Líquido (ASTM D-4318), MTC E 110

Límite Plástico (ASTM D-4318), MTC E 111

Densidad Natural “In Situ” (ASTM D-1556)

Ensayos Especiales:

California Bearing Ratio C.B.R (ASTM D-1883), MTC E 132

3.2.5.10.5. UBICACIÓN DE CALICATAS

En las diferentes calicatas realizadas a lo largo del camino vecinal, se ha determinado que presenta un suelo arcilloso de baja plasticidad, razones por las cuales se mejorara la plataforma de rodadura con una capa mínima, con la finalidad dar un buen servicio al tránsito en épocas de lluvias.

El cuadro de resultados de las calicatas con los diferentes tipos suelos encontradas en cada una de éstas, con indicación del tipo capas que conforma la sub-rasante y el kilometraje de la ubicación, se encuentran en el ítem de Resultados.

3.2.5.10.6. PERFIL ESTRATIGRÁFICO

El Perfil estratigráfico encontrado durante la excavación de las calicatas, muestra diferentes estratos de suelos que se detallan en el ítem resultado.

En las calicatas perforadas, no se ha alcanzado el nivel de la napa freática.

3.2.5.11. DISEÑO DE PAVIMENTOS**3.2.5.11.1. PERFIL LONGITUDINAL PROPUESTO**

En este ítem se describe las características de diseño de la vía teniendo en cuenta los parámetros de la normatividad vigente de diseño de caminos de Bajo Volumen de Tránsito considerados en el manual para Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito (Publicada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

La capa granular puede estar constituido por materiales que pueden tener calidad de sub-base o de base dependiendo de su capacidad de soporte o C.B.R. el método utilizado es el método de NAASRA para la cual se debe determinar:

El Valor soporte de California (C.B.R)

La intensidad de tráfico en números de ejes simples. Equivalentes al eje de 8.2 (Tn).

3.2.5.12. ESTUDIO HIDRÁULICO**3.2.5.12.1. DRENAJE DE AGUAS SUPERFICIALES**

El sistema de drenaje superficial se diseñara para dar salida en forma eficiente y económica a toda el agua que fluye por la superficie de la capa de rodadura, para interceptar y expulsar el agua de la superficie de zonas adyacentes.

3.2.5.12.1.1. OBRAS DE DRENAJE

Eliminación de la escorrentía que recorren sobre la calzada. La construcción de pendiente longitudinal del camino vecinal y pendiente transversal de bombeo en los tramos en tangente y de peralte en curvas, favorecerá el desplazamiento de las aguas pluviales que caen sobre la calzada, las que serán encauzadas paralelamente a la vía a través de cunetas longitudinales.

CUNETAS LONGITUDINALES

La proyección de las cunetas estarán al borde de la calzada, para encauzar escurrimiento de las aguas, la cuales tendrán forma triangular y sus dimensiones son de 0.30 m de profundidad y 0.60 m de ancho en vista de que funcionara en la zona muy lluviosa.

Revestimiento de las Cunetas

Dadas las condiciones topográficas del terreno y por ende la pendiente longitudinal se ha previsto el revestimiento de la cuneta en zonas con pendientes mayores a 4%. El revestimiento será de concreto simple de $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$.

Desagüe de las Cunetas

Las cunetas verterán sus aguas a las alcantarillas, a distancias que no origine algún daño producto del volumen de agua transportado y la velocidad del mismo hacia alguna estructura del camino.

ALCANTARILLAS

Serán del tipo metálico (TMC), con cabezales de entrada y salida de concreto y estarán dotados de una pendiente mínima en el fondo de 2% y la longitud dependerá del ancho de la calzada.

Diseño Hidráulico de las Alcantarillas

Para el diseño hidráulico de alcantarillas se obtuvo información hidrológica para proceder al cálculo del área hidráulica y la convertiremos en dimensiones necesarias, obteniéndose así los diámetros requeridos.

IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos durante la investigación se plasman de la siguiente manera en forma ordenada y resumida.

4.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Se recopiló de información para determinar detalles principales para el estudio.

TABLA N° 0 5: RESULTADOS DE LA RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

INTERROGANTE	INFORMACIÓN	OBSERVACIÓN
¿Qué condiciones actualmente presenta el camino vecinal?	El camino vecinal en épocas de verano es transitable, de lo contrario en épocas de invierno o de lluvias la cual es crítica e intransitable.	Cuando se producen lluvias no es posible acceder a la zona ya que no garantiza un buen estado de transitabilidad, logrando solo vehículos con doble tracción.
¿Qué problemas genera las condiciones de poca transitabilidad del camino vecinal?	A los pobladores les imposibilita llevar sus productos a los mercados cercanos, además de incrementar el costo de transporte.	Disminuye la vida útil de los vehículos, incrementando los costos de mantenimiento, consumo de combustible. Estos costos son trasladados finalmente al usuario del servicio, que generalmente no están en condiciones de pagarlo. Por otro lado perjudica al poblador a trabajar normalmente, alterando sus ingresos.
¿Qué acciones han tomado los pobladores para preservar el mantenimiento del camino vecinal?	Con las organizaciones de las mismas comunidades se realizan actividades de roce y relleno de baches.	Aporte económicos a la comunidad para que puedan realizar algunas gestiones. Así como participación con jornadas de trabajo comunales para mejorar los tramos que se encuentran críticos.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.1.1. VISITA DE CAMPO PRELIMINAR

Se ha realizado la visita en campo para el reconocimiento del camino y considerar el trazo y las obras de artes necesarias, así mismo se visitó a las comunidades beneficiarias con la realización de este proyecto para conocer las actividades agrícolas más predominantes que determinen la rentabilidad del mismo.

4.1.2. ESTUDIO SOCIO ECONÓMICO

TABLA N° 0 6: POBLACIÓN

POBLACIÓN	CANTIDAD	PORCENTAJE
San Juan de Pamplona	571	38.71%
Santa Clara	498	33.76%
Villa Hermosa	366	27.53%
Total	1,475	100%

FUENTE: RED DE SALUD DE ALTO AMAZONAS, CENSO 2012 Y EQUIPO DE TRABAJO.

TABLA N° 0 7: PRINCIPALES ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLAN EN EL ÁREA DEL PROYECTO

CULTIVO Y GANADO	HAS/CAB. PRODUCCIÓN	TN/HA KG/CAB.	PRODUCCIÓN TN
ARROZ BAJO RIEGO (2 campañas x año)	418.50	6.00	5,022.00
ARROZ SECANO	27.00	3.00	81.00
MAÍZ AMARILLO DURO	105.98	3.00	635.85
FRIJOL GRANO SECO	43.20	1.40	60.48
PLÁTANO	67.50	10.00	675.00
YUCA	68.85	11.00	757.35
NARANJA	32.40	7.00	226.80
PIÑA	16.20	10.00	162.00
PAPAYA	41.85	40.00	1,674.00
CAÑA DE AZÚCAR	20.93	30.00	627.75
PIUJUAYO PALMITO	147.15	0.90	132.44
PALMA ACEITERA	256.50	60.00	15,390.00
VACUNO DE CARNE	869.40	400.00	347.76
VACUNO DE LECHE	85.05	8.00	163.30
PORCINO	252.45	38.00	9.59
OVINO	72.90	25.00	1.82
TOTAL	2,525.85	54.44	25,967.14

FUENTE: EQUIPO DE TRABAJO TASA DE CRECIMIENTO ANUAL: 3.8%

4.2. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA

4.2.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Para el levantamiento topográfico se realizó con estación total y GPS, llegando a clasificar que la vía en estudio presenta el siguiente relieve:

TABLA N° 0 8: DETERMINACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

DESCRIPCIÓN	VELOCIDAD DE DIRECTRIZ (KM/H)
La topografía de los tramos que presenta es ondulada y accidentada.	30

FUENTE: MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

TABLA N° 0 9: CONTROL ALTIMÉTRICO

BM	PROGRESIVA	COTA
1	00 + 000	164.054 msnm
2	00 + 500	163.520 msnm
3	01 + 000	166.649 msnm
4	01 + 520	169.721 msnm
5	02 + 000	169.842 msnm
6	02 + 520	172.920 msnm
7	03 + 040	180.520 msnm
8	03 + 530	180.546 msnm
9	04 + 050	174.699 msnm
10	04 + 540	169.620 msnm
11	05 + 040	169.172 msnm
12	05 + 540	175.059 msnm
13	06 + 070	169.049 msnm
14	06 + 560	168.890 msnm
15	07 + 070	175.787 msnm
16	07 + 550	201.264 msnm
17	08 + 030	183.280 msnm
18	08 + 570	179.101 msnm
19	09 + 540	169.620 msnm
20	10 + 040	169.172 msnm
21	10 + 540	175.059 msnm

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA – DATOS PROCESADOS DE LA VISITA DE CAMPO

TABLA N° 0 10: UBICACIÓN DE LA OBRAS DE ARTE

PROGRESIVA	OBRA	TIPO	DIMENSIONES		
			DIÁMETRO	LARGO	PENDIENTE %
00 + 137	Alcantarilla	TMC	24"	9.60	2%
00 + 315	Alcantarilla	TMC	24"	9.60	2%
00 + 603	Alcantarilla	TMC	24"	9.60	2%
00 + 829	Alcantarilla	TMC	24"	9.60	2%
01 + 463	Alcantarilla	TMC	24"	9.60	2%
02 + 012	Alcantarilla	TMC	24"	9.60	2%
02 + 202	Alcantarilla	TMC	24"	9.60	2%
02 + 592	Alcantarilla	TMC	24"	9.60	2%
02 + 802	Alcantarilla	TMC	24"	9.60	2%
03 + 007	Alcantarilla	TMC	24"	9.60	2%
03 + 410	Alcantarilla	TMC	24"	9.60	2%
03 + 861	Alcantarilla	TMC	24"	9.60	2%
04 + 220	Alcantarilla	TMC	24"	9.60	2%
04 + 328	Alcantarilla	TMC	24"	9.60	2%
04 + 567	Alcantarilla	TMC	24"	9.60	2%
04 + 687	Alcantarilla	TMC	24"	9.60	2%
04 + 984	Alcantarilla	TMC	24"	9.60	2%
05 + 275	Alcantarilla	TMC	24"	9.60	2%
05 + 514	Alcantarilla	TMC	24"	9.60	2%
05 + 725	Alcantarilla	TMC	24"	9.60	2%
06 + 394	Alcantarilla	TMC	24"	9.60	2%
06 + 590	Alcantarilla	TMC	24"	9.60	2%
07 + 136	Alcantarilla	TMC	24"	9.60	2%
08 + 687	Alcantarilla	TMC	24"	9.60	2%
08 + 879	Alcantarilla	TMC	24"	9.60	2%
09 + 220	Alcantarilla	TMC	24"	9.60	2%
09 + 328	Alcantarilla	TMC	24"	9.60	2%
09 + 567	Alcantarilla	TMC	24"	9.60	2%
09 + 687	Alcantarilla	TMC	24"	9.60	2%
09 + 984	Alcantarilla	TMC	24"	9.60	2%
10 + 275	Alcantarilla	TMC	24"	9.60	2%
10 + 514	Alcantarilla	TMC	24"	9.60	2%
10 + 725	Alcantarilla	TMC	24"	9.60	2%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA - SEGÚN CALCULO DEL DISEÑO DE ALCANTARILLAS (ANEXO N° 02)

4.2.2. DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE DISEÑO

Según la topografía y considerando los parámetros establecidos en el Manual para el Diseño de Caminos no Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito, para el diseño del siguiente proyecto se optó lo siguiente:

TABLA N° 0 11: VELOCIDAD DE DISEÑO

PROGRESIVA	VELOCIDAD KM/H
00 + 000 – 11 +000	30

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.2.3. DETERMINACIÓN DEL RADIO DE CURVATURA

Según la formula usada en los cálculos se obtuvieron los siguientes radios de curvatura, que fueron corregidas de acuerdo a la topografía del camino.

TABLA N° 0 12: RADIOS DE CURVATURA

N°	RADIO DE CURVATURA (M)	N°	RADIO DE CURVATURA (M)	N°	RADIO DE CURVATURA (M)
1	50.00	44	300.00	87	50.00
2	150.00	45	50.00	88	50.00
3	70.00	46	75.00	89	70.00
4	40.00	47	100.00	90	160.00
5	60.00	48	50.00	91	500.00
6	140.00	49	50.00	92	50.00
7	80.00	50	200.00	93	35.00
8	40.00	51	170.00	94	40.00
9	90.00	52	60.00	95	140.00
10	150.00	53	70.00	96	60.00
11	120.00	54	50.00	97	60.00
12	300.00	55	60.00	98	70.00
13	30.00	56	30.00	99	50.00
14	90.00	57	80.00	100	120.00
15	130.00	58	100.00	101	65.00
16	50.00	59	80.00	102	50.00
17	28.00	60	150.00	103	50.00
18	70.00	61	50.00	104	60.00
19	65.00	62	55.00	105	25.00
20	140.00	63	60.00	106	50.00
21	100.00	64	50.00	107	50.00
22	100.00	65	50.00	108	75.00
23	80.00	66	70.00	109	100.00

24	60.00	67	50.00	110	50.00
25	50.00	68	70.00	111	50.00
26	60.00	69	50.00	112	200.00
27	65.00	70	50.00	113	170.00
28	50.00	71	100.00	114	60.00
29	70.00	72	100.00	115	70.00
30	25.00	73	70.00	116	50.00
31	50.00	74	50.00	117	60.00
32	100.00	75	120.00	118	30.00
33	50.00	76	100.00	119	80.00
34	60.00	77	140.00	120	100.00
35	100.00	78	140.00	121	80.00
36	60.00	79	60.00	122	150.00
37	120.00	80	80.00	123	50.00
38	130.00	81	30.00	124	55.00
39	100.00	82	80.00	125	60.00
40	50.00	83	50.00	126	50.00
41	120.00	84	60.00	127	50.00
42	60.00	85	35.00	128	70.00
43	60.00	86	80.00	129	50.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA - SEGÚN CÁLCULO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO (ANEXO N° 01)

4.2.4. DISTANCIA DE VISIBILIDAD

Según lo estipulado en los cálculos y establecido en el Manual para el Diseño de Caminos no Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito, para el diseño del siguiente proyecto se optó lo siguiente:

TABLA N° 0 13: DISTANCIA DE VISIBILIDAD

VELOCIDAD DE DIRECTRIZ (KM/h)	VISIBILIDAD DE PARADA (M)	VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO (M)
30	35	200

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA - VISUALIZAR CÁLCULOS EN EL ANEXO N° 01 (DISEÑO GEOMÉTRICO)

4.2.5. SECCIÓN TRANSVERSAL

Calzada: En concordancia con el Manual para el Diseño de Caminos no Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito, teniendo en cuenta la clasificación de la vía y el IMD se ha determinado un Ancho de Calzada de **4.50 m**.

Bombeo: El bombeo transversal adoptado para la calzada es de 2.5%.

Plazoletas de Estacionamiento o Cruce: En carretas de un solo carril con dos sentidos de tránsito, se construirán ensanches en plataforma, cada 500 m como mínimo para que puedan cruzarse los vehículos opuestos o adelantarse aquellos del mismo sentido, en referencia al Manual para el Diseño de Caminos no Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito se ha optado plazoletas de **3.00 de ancho por 30 de largo**.

TABLA N° 0 14: UBICACIÓN DE LAS PLAZOLETAS DE CRUCE

PROGRESIVAS	LADO
00 + 640	Izquierdo
01 + 120	Derecho
01 + 400	Derecho
02 + 040	Izquierdo
02 + 400	Izquierdo
03 + 030	Izquierdo
03 + 530	Derecho
04 + 040	Izquierdo
04 + 520	Derecho
05 + 110	Izquierdo
05 + 620	Derecho
05 + 930	Izquierdo
06 + 620	Izquierdo
07 + 000	Derecho
07 + 470	Izquierda
07 + 950	Derecha
08 + 510	Derecha
09 + 520	Derecho
10 + 110	Izquierdo
10 + 620	Derecho
10 + 930	Izquierdo

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.2.6. ALINEAMIENTO HORIZONTAL

El alineamiento horizontal permitirá conservar siempre la velocidad de directriz de diseño, no se ha realizado cambios del trazo en la carretera por lo que todo el tramo se debe considerar el mejoramiento de la vía en sus condiciones actuales.

Curvas Horizontales

Utilizando el Programa Civil 3D y comprobando los cálculos manualmente, se obtuvieron los siguientes elementos de las curvas horizontales.

TABLA N° 0 15: ELEMENTOS DE LA CURVA

N° PI	SENTID O	DELTA	R (m)	T (m)	L.C (m)	E (m)	F (m)	C (m)	P (%)	S/A (m)
0	I	180°00'00"	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0.00
1	D	28°00'00"	50.000	12.466	24.435	1.531	1.485	24.190	6	1.50
2	I	5°34'40"	150.000	7.307	14.603	0.178	0.178	14.595	4	0.60
3	D	29°29'50"	70.000	18.428	36.038	2.385	2.306	35.642	5	1.20
4	D	16°27'00"	40.000	5.782	11.484	0.416	0.411	11.444	8	1.50
5	I	48°20'50"	60.000	26.932	50.629	5.767	5.261	49.140	5	1.20
6	I	2°47'50"	140.000	3.418	6.835	0.042	0.042	6.837	4	0.60
7	D	11°39'50"	80.000	8.171	16.286	0.416	0.414	16.260	5	0.90
8	I	44°10'40"	40.000	16.233	30.842	3.168	2.936	30.084	8	1.50
9	D	24°24'50"	90.000	19.470	38.349	2.082	2.035	38.061	5	0.90
10	D	7°13'20"	150.000	150.000	18.908	0.298	0.298	18.894	4	0.60
11	I	7°12'40"	120.000	7.561	15.103	0.238	0.237	15.092	4	0.90
12	D	2°43'50"	300.000	7.150	14.297	0.085	0.085	14.297	2	0.60
13	I	65°25'30"	30.000	19.269	34.256	5.655	4.758	32.425	9	2.10
14	D	24°37'30"	90.000	19.644	38.681	2.119	2.070	38.382	5	0.90
15	D	27°19'00"	130.000	31.590	61.980	3.783	3.677	61.397	4	0.60
16	I	41°00'00"	50.000	18.694	35.779	3.380	3.166	35.021	6	1.50
17	D	102°36'30"	28.000	34.955	50.144	16.787	10.495	43.706	10	2.10
18	I	2°47'30"	70.000	1.706	3.411	0.021	0.021	3.412	5	1.20
19	I	27°33'40"	65.000	15.942	31.267	1.926	1.871	30.965	5	1.20
20	I	4°52'00"	140.000	5.949	11.892	0.126	0.126	11.886	4	0.60
21	I	15°00'20"	100.000	13.170	26.190	0.864	0.856	26.115	5	0.90
22	I	6°30'20'	100.000	5.683	11.354	0.161	0.161	11.350	5	0.90
23	D	26°46'40"	80.000	18.502	36.365	2.112	2.057	36.053	5	0.90
24	D	26°46'30"	60.000	14.280	28.039	1.676	1.630	27.785	5	1.20
25	I	11°09'10"	50.000	4.882	9.733	0.238	0.237	9.717	6	1.50
26	I	40°35'20"	60.000	22.188	42.505	3.971	3.725	41.623	5	1.20
27	D	24°15'20"	65.000	13.968	27.517	1.484	1.451	27.311	5	1.20
28	D	30°59'20"	50.000	13.861	27.043	1.886	1.817	26.714	6	1.50
29	I	39°15'40"	70.000	24.968	47.966	4.320	4.069	47.034	5	1.20

30	D	74°44'10"	25.000	19.092	32.610	32.610	5.131	30.347	10	2.40
31	D	23°02'30"	50.000	10.192	20.108	20.108	1.007	19.973	6	1.50
32	I	31°20'50"	100.000	28.059	54.711	54.711	3.718	54.030	5	0.90
33	I	11°11'10"	50.000	4.896	9.762	9.762	0.238	9.747	6	1.50
34	I	23°24'50"	60.000	12.433	24.519	1.275	1.248	24.349	5	1.20
35	I	5°04'00"	100.00	4.424	8.843	0.098	0.098	8.840	5	0.90
36	I	37°00'20"	60.000	20.079	38.752	3.271	3.102	38.083	5	1.20
37	D	6°42'00"	120.000	7.030	14.044	0.206	0.205	14.036	4	0.90
38	I	37°42'20"	130.000	44.382	85.539	7.367	6.972	84.002	4	0.60
39	I	15°00'00"	100.00	13.165	26.180	0.863	0.856	26.106	5	0.90
40	D	56°17'50"	50.000	26.752	49.129	6.707	5.914	47.177	6	1.50
41	I	11°24'30"	120.000	11.986	23.894	0.597	0.594	23.854	4	0.90
42	I	5°59'00"	60.000	3.136	6.266	0.082	0.082	6.265	5	1.20
43	I	12°04'40"	60.000	6.347	12.648	0.335	0.333	12.626	5	1.20
44	D	3°18'50"	300.000	8.678	17.351	0.125	0.126	17.354	2	0.60
45	I	34°00'40"	50.000	15.292	29.680	2.286	2.186	29.248	6	1.50
46	D	37°35'40"	75.000	25.528	49.211	4.226	4.000	48.334	5	0.90
47	I	9°24'00"	100.000	8.221	16.406	0.337	0.336	16.388	5	0.90
48	D	10°35'10"	50.000	4.632	9.238	0.214	0.213	9.226	6	1.50
49	I	18°12'20"	50.000	8.011	15.887	0.638	0.630	15.820	6	1.50
50	I	3°51'30"	200.000	6.737	13.468	0.113	0.113	13.469	3	0.60
51	D	13°28'10"	170.000	20.075	39.965	1.181	1.173	39.877	3	0.60
52	D	38°04'10"	60.000	20.700	39.866	3.470	3.281	39.136	5	1.20
53	I	7°15'20"	70.000	4.438	8.864	0.141	0.140	8.857	5	1.20
54	I	26°56'40"	50.000	11.978	23.513	1.415	1.376	23.297	6	1.50
55	D	36°50'00"	60.000	19.979	38.572	3.239	3.073	37.911	5	1.20
56	I	44°49'30"	30.000	12.373	23.470	2.451	2.266	22.875	9	2.10
57	D	26°16'00"	80.000	18.666	36.675	2.149	2.092	36.353	5	0.90
58	I	6°46'00"	100.000	5.912	11.810	0.175	0.174	11.802	5	0.90
59	I	5°09'20"	80.000	3.602	7.199	0.081	0.081	7.198	5	0.90
60	D	13°22'00"	150.000	17.577	34.994	1.026	1.019	34.915	4	0.60
61	I	27°30'40"	50.000	12.240	24.008	1.476	1.434	23.779	6	1.50

62	I	34°03'40"	55.000	16.847	32.696	2.522	2.412	32.218	5	1.20
63	D	59°28'40"	60.000	34.277	62.285	9.101	7.902	59.526	5	1.20
64	D	17°37'30"	50.000	7.752	15.381	0.597	0.590	15.322	6	1.50
65	I	34°00'40"	50.000	15.292	29.680	2.286	2.186	29.248	6	1.50
66	D	9°11'30"	70.000	5.627	11.230	0.226	0.225	11.218	5	1.20
67	I	11°06'10"	50.000	4.860	9.689	0.236	0.234	9.673	6	1.50
68	D	42°05'00"	70.000	26.929	51.414	5.001	4.668	50.268	5	1.20
69	I	36°57'40"	50.000	16.711	32.255	2.719	2.578	31.698	6	1.50
70	D	44°20'30"	50.000	20.375	38.695	3.992	3.697	37.737	6	1.50
71	D	3°54'30"	100.000	3.412	6.821	0.058	0.058	6.822	5	0.90
72	I	11°01'10"	100.000	9.646	19.233	0.464	0.462	19.203	5	0.90
73	D	18°37'10"	70.000	11.475	22.748	0.934	0.922	22.647	5	1.20
74	D	6°54'20"	50.000	3.017	6.026	0.091	0.091	6.024	6	1.50
75	I	16°40'40"	120.000	17.589	34.930	1.282	1.269	34.809	4	0.90
76	I	9°33'00"	100.000	8.353	16.668	0.348	0.347	16.645	5	0.90
77	I	4°23'00"	140.000	5.358	10.711	0.102	0.102	10.708	4	0.60
78	D	6°58'10"	140.000	8.525	17.030	0.259	0.259	17.015	4	0.60
79	D	24°38'20"	60.000	13.103	25.802	1.414	1.382	25.604	5	1.20
80	I	40°27'00"	80.000	29.474	56.479	5.257	4.933	55.313	5	0.90
81	I	25°20'00"	30.000	6.742	13.265	0.748	0.730	13.158	9	2.10
82	D	15°33'40"	80.000	10.931	21.727	0.743	0.736	21.661	5	0.90
83	I	10°11'20"	50.000	4.457	8.891	0.198	0.197	8.879	6	1.50
84	I	14°56'00"	60.000	7.864	15.638	0.513	0.509	15.594	5	1.20
85	D	64°06'00"	35.000	21.913	39.156	6.294	5.335	37.146	9	1.80
86	I	32°20'20"	80.000	23.196	45.154	3.295	3.165	44.558	5	0.90
87	I	9°14'30"	50.000	4.041	8.065	0.163	0.162	8.055	6	1.50
88	D	16°27'30"	50.000	7.231	14.363	0.520	0.515	14.313	6	1.50
89	D	7°36'40"	70.000	4.656	9.299	0.155	0.154	9.290	5	1.20
90	D	19°11'00"	160.000	27.038	53.570	2.268	2.237	53.319	4	0.60
91	I	3°00'30"	500.000	13.129	26.253	0.172	0.172	26.254	0	0.30
92	D	6°57'00"	50.000	3.036	6.065	0.092	0.092	6.061	6	1.50
93	I	58°03'50"	35.000	19.426	35.469	5.030	4.398	33.972	9	1.80

94	D	55°02'20"	40.000	20.840	38.424	5.103	4.526	36.965	8	1.50
95	I	11°19'10"	140.000	13.874	27.659	0.686	0.682	27.614	4	0.60
96	I	16°31'40"	60.000	8.714	17.308	0.630	0.623	17.248	5	1.20
97	D	33°28'20"	60.000	18.042	35.052	2.654	2.542	34.556	5	1.20
98	D	8°41'20"	70.000	5.318	10.615	0.202	0.201	10.605	5	1.20
99	I	42°50'50"	50.000	19.619	37.391	3.711	3.455	36.525	6	1.50
100	D	12°03'30"	120.000	12.674	25.255	0.667	0.664	25.212	4	0.90
101	D	16°52'30"	65.000	9.642	19.144	0.711	0.703	19.072	5	1.20
102	D	40°30'10"	50.000	18.447	35.345	3.295	3.091	34.614	6	1.50
103	I	20°53'00"	50.000	9.214	18.224	0.842	0.828	18.124	6	1.50
104	D	7°17'00"	60.000	3.819	7.627	0.121	0.121	7.624	5	1.20
105	I	43°27'30"	25.000	9.963	18.962	1.912	1.777	18.512	10	2.40
106	I	13°30'30"	50.000	5.922	11.788	0.349	42.766	98.948	6	1.50
107	I	34°00'40"	50.000	15.292	29.680	2.286	24.693	86.245	6	1.50
108	D	37°35'40"	75.000	25.528	49.211	4.226	4.000	48.334	5	0.90
109	I	9°24'00"	100.000	8.221	16.406	0.337	0.336	16.388	5	0.90
110	D	10°35'10"	50.000	4.632	9.238	0.214	0.213	9.226	6	1.50
111	I	18°12'20"	50.000	8.011	15.887	0.638	0.630	15.820	6	1.50
112	I	3°51'30"	200.000	6.737	13.468	0.113	0.113	13.469	3	0.60
113	D	13°28'10"	170.000	20.075	39.965	1.181	1.173	39.877	3	0.60
114	D	38°04'10"	60.000	20.700	39.866	3.470	3.281	39.136	5	1.20
115	I	7°15'20"	70.000	4.438	8.864	0.141	0.140	8.857	5	1.20
116	I	26°56'40"	50.000	11.978	23.513	1.415	1.376	23.297	6	1.50
117	D	36°50'00"	60.000	19.979	38.572	3.239	3.073	37.911	5	1.20
118	I	44°49'30"	30.000	12.373	23.470	2.451	2.266	22.875	9	2.10
119	D	26°16'00"	80.000	18.666	36.675	2.149	2.092	36.353	5	0.90
120	I	6°46'00"	100.000	5.912	11.810	0.175	0.174	11.802	5	0.90
121	I	5°09'20"	80.000	3.602	7.199	0.081	0.081	7.198	5	0.90
122	D	13°22'00"	150.000	17.577	34.994	1.026	1.019	34.915	4	0.60
123	I	27°30'40"	50.000	12.240	24.008	1.476	1.434	23.779	6	1.50
124	I	34°03'40"	55.000	16.847	32.696	2.522	2.412	32.218	5	1.20
125	D	59°28'40"	60.000	34.277	62.285	9.101	7.902	59.526	5	1.20

126	D	17°37'30"	50.000	7.752	15.381	0.597	0.590	15.322	6	1.50
127	I	34°00'40"	50.000	15.292	29.680	2.286	2.186	29.248	6	1.50
128	D	9°11'30"	70.000	5.627	11.230	0.226	0.225	11.218	5	1.20
129	I	11°06'10"	50.000	4.860	9.689	0.236	0.234	9.673	6	1.50

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA - SEGÚN CALCULO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO (ANEXO N° 01)

4.2.7. TRAZADO Y NIVELACIÓN DEL EJE LONGITUDINAL

4.2.7.1. PERFIL LONGITUDINAL EXISTENTE Y PROPUESTO

Nivelación del eje realizada en circuitos cerrados cada 500 m con un error permisible de cierre de: EP = 0.005 ubicado B.M, cada 500.00 m. en lugares fijos.

4.2.7.2. PENDIENTES

TABLA N° 0 16: PENDIENTE DE DISEÑO CONSIDERADOS

TRAMO	PROGRESIVA	LONGITUD	PENDIENTE
1	00 + 000.000 – 00 + 051.389	51.389	+5.274%
2	00 + 051.389 – 00 + 135.258	83.869	-6.003%
3	00 + 135.258 – 00 + 229.382	94.124	+5.161%
4	00 + 229.382 – 00 + 313.518	84.136	-8.068%
5	00 + 313.518 – 00 + 401.750	88.232	+8.832%
6	00 + 401.750 – 00 + 507.807	106.057	-7.293%
7	00 + 507.807 – 00 + 605.600	92.798	+0.500%
8	00 + 605.600 – 00 + 675.605	70.005	-0.590%
9	00 + 675.605 – 00 + 753.201	77.596	+4.639%
10	00 + 753.201 – 00 + 829.058	75.857	-4.868%
11	00 + 829.058 – 00 + 981.125	152.067	+3.672%
12	00 + 981.125 – 01 + 051.804	70.679	-3.176%
13	01 + 051.804 – 01 + 106.569	54.765	+1.630%
14	01 + 106.569 – 01 + 196.221	89.652	-4.473%
15	01 + 196.221 – 01 + 274.108	77.887	+2.142%
16	01 + 274.108 – 01 + 346.099	71.991	+3.893%
17	01 + 346.099 – 01 + 483.494	137.395	-1.306%
18	01 + 483.494 – 01 + 585.149	101.655	+10.125%
19	01 + 585.149 – 01 + 664.256	79.107	-6.238%

20	01 + 664.256 – 01 + 707.990	43.734	+5.494%
21	01 + 707.990 – 01 + 801.833	93.843	-1.736%
22	01 + 801.833 – 01 + 886.448	84.615	-0.500%
23	01 + 886.448 – 02 + 012.437	125.989	-1.126%
24	02 + 012.437 – 02 + 101.190	88.753	+2.121%
25	02 + 101.190 – 02 + 204.567	103.377	-2.470%
26	02 + 204.567 – 02 + 268.847	64.280	+2.751%
27	02 + 268.847 – 02 + 319.963	51.116	+6.254%
28	02 + 319.963 – 02 + 361.611	41.648	-7.353%
29	02 + 361.611 – 02 + 437.095	75.484	-0.500%
30	02 + 437.095 – 02 + 505.694	68.599	+9.109%
31	02 + 505.694 – 02 + 592.516	86.822	-10.692%
32	02 + 592.516 – 02 + 665.388	72.872	+9.470%
33	02 + 665.388 – 02 + 709.255	43.867	+2.459%
34	02 + 709.255 – 02 + 759.205	49.950	+5.818%
35	02 + 759.205 – 02 + 800.000	42.335	-5.388%
36	02 + 800.000 – 02 + 879.602	78.062	+2.795%
37	02 + 879.602 – 02 + 939.974	60.372	-1.009%
38	02 + 939.974 – 02 + 971.511	31.537	+3.986%
39	02 + 971.511 – 03 + 018.518	47.007	-2.096%
40	03 + 018.518 – 03 + 086.938	68.420	+6.070%
41	03 + 086.938 – 03 + 187.191	100.253	-5.001%
42	03 + 187.191 – 03 + 241.222	54.031	-1.054%
43	03 + 241.222 – 03 + 314.079	72.857	+4.653%
44	03 + 314.079 – 03 + 388.902	74.823	-6.591%
45	03 + 388.902 – 03 + 490.980	102.078	+0.500%
46	03 + 490.980 – 03 + 554.283	63.303	+7.440%
47	03 + 554.283 – 03 + 627.761	73.478	-1.076%
48	03 + 627.761 – 03 + 717.601	89.840	+3.027%
49	03 + 717.601 – 03 + 795.315	77.714	-10.837%
50	03 + 795.315 – 03 + 881.070	85.755	-1.195%
51	03 + 881.070 – 03 + 943.657	62.587	+8.507%
52	03 + 943.657 – 04 + 016.860	73.203	-4.727%
53	04 + 016.860 – 04 + 116.282	99.422	+0.500%

54	04 + 116.282 – 04 + 172.782	56.500	-10.237%
55	04 + 172.782 – 04 + 224.151	51.369	-2.057%
56	04 + 224.151 – 04 + 274.900	50.749	+4.759%
57	04 + 274.900 – 04 + 335.919	61.019	-3.775%
58	04 + 335.919 – 04 + 425.253	89.334	+7.441%
59	04 + 425.253 – 04 + 535.757	110.504	-5.016%
60	04 + 535.757 – 04 + 628.626	92.869	-0.693%
61	04 + 628.626 – 04 + 695.393	66.767	-4.403%
62	04 + 695.393 – 04 + 834.063	138.670	+8.019%
63	04 + 834.063 – 04 + 915.367	81.304	-12.000%
64	04 + 915.367 – 05 + 010.949	95.582	-0.500%
65	05 + 010.949 – 05 + 061. 470	50.521	+8327%
66	05 + 061. 470 – 05 + 115.923	54.453	-4.479%
67	05 + 115.923 – 05 + 178.120	62.197	+6.887%
68	05 + 178.120 – 05 + 247.727	69.607	-7.423%
69	05 + 247.727 – 05 + 320.237	72.510	-0.500%
70	05 + 320.237 – 05 + 420.284	100.047	+12.000%
71	05 + 420.284 – 05 + 507.704	87.420	-11.971%
72	05 + 507.704 – 05 + 567.831	60.127	+11.243%
73	05 + 567.831 – 05 + 660.240	92.409	-0.500%
74	05 + 660.240 – 05 + 726.594	66.354	-7.508%
75	05 + 726.594 – 05 + 807.438	80.844	+12.000%
76	05 + 807.438 – 05 + 961.701	154.263	-0.544%
77	05 + 961.701 – 06 + 068.330	106.629	-9.541%
78	06 + 068.330 – 06 +218.440	140.120	+0.550%
79	06 +218.440 – 06 + 404.440	186.000	-0.980%
80	06 + 404.440 – 06 + 494.877	90.437	+6.607%
81	06 + 494.877 – 06 + 577.777	82.900	-7.520%
82	06 + 577.777 – 06 + 653.774	75.997	+2.310%
83	06 + 653.774 – 06 + 713.902	60.128	+10.345%
84	06 + 713.902 – 06 + 792.636	78.734	+2.185%
85	06 + 792.636 – 06 + 924.416	131.780	-3.140%
86	06 + 924.416 – 06 + 966.796	42.380	+3.167%
87	06 + 966.796 – 07 + 016.320	49.524	-2.860%

88	07 + 016.320 – 07 + 074.357	58.037	+4.141%
89	07 + 074.357 – 07 + 194.811	120.454	-1.844%
90	07 + 194.811 – 07 + 337.631	142.820	+12.000%
91	07 + 337.631 – 07 + 426.592	88.961	+10.000%
92	07 + 426.592 – 07 + 469.840	43.248	-4.890%
93	07 + 469.840 – 07 + 547.839	77.999	+6.765%
94	07 + 547.839 – 07 + 659.991	112.152	-9.108%
95	07 + 659.991 – 07 + 860.000	200.009	-4.987%
96	07 + 860.000 – 08 + 007.537	147.537	-1.207%
97	08 + 007.537 – 08 + 100.000	92.463	+11.290%
98	08 + 100.000 – 08 + 191.334	91.334	+8.408%
99	08 + 191.334 – 08 + 280.000	88.666	-11.118%
100	08 + 280.000 – 08 + 348.648	68.648	-12.000%
101	08 + 348.648 – 08 + 411.198	62.550	-3.177%
102	08 + 411.198 – 08 + 467.792	56.594	+9.074%
103	08 + 467.792 – 08 + 569.821	102.029	-4.234%
104	08 + 569.821 – 08 + 688.258	118.437	-8.277%
105	08 + 688.258 – 08 + 822.455	134.197	+3.233%
106	08 + 822.455 – 08 + 879.076	56.621	-5.787%
107	08 + 879.076 – 08 + 965.246	86.170	+10.012%
108	08 + 965.246 – 09 + 045.677	80.494	-6.569%
109	09 + 045.677 – 09 + 116.282	70.542	+1.731%
110	09 + 116.282 – 09 + 172.782	56.500	-10.237%
111	09 + 172.782 – 09 + 224.151	51.369	-2.057%
112	09 + 224.151 – 09 + 274.900	50.749	+4.759%
113	09 + 274.900 – 09 + 335.919	61.019	-3.775%
114	09 + 335.919 – 09 + 425.253	89.334	+7.441%
115	09 + 425.253 – 09 + 535.757	110.504	-5.016%
116	09 + 535.757 – 09 + 628.626	92.869	-0.693%
117	09 + 628.626 – 09 + 695.393	66.767	-4.403%
118	09 + 695.393 – 09 + 834.063	138.670	+8.019%
119	09 + 834.063 – 09 + 915.367	81.304	-12.000%
120	09 + 915.367 – 10 + 010.949	95.582	-0.500%
121	10 + 010.949 – 10 + 061. 470	50.521	+8327%

122	10 + 061.470 – 10 + 115.923	54.453	-4.479%
123	10 + 115.923 – 10 + 178.120	62.197	+6.887%
124	10 + 178.120 – 10 + 247.727	69.607	-7.423%
125	10 + 247.727 – 10 + 320.237	72.510	-0.500%
126	10 + 320.237 – 10 + 420.284	100.047	+12.000%
127	10 + 420.284 – 10 + 507.704	87.420	-11.971%
128	10 + 507.704 – 10 + 567.831	60.127	+11.243%
129	10 + 567.831 – 10 + 660.240	92.409	-0.500%
130	10 + 660.240 – 10 + 726.594	66.354	-7.508%
131	10 + 726.594 – 10 + 807.438	80.844	+12.000%
132	10 + 807.438 – 10 + 961.701	154.263	-0.544%
133	10 + 961.701 – 11 + 000.000	38.299	-11.295%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA– DATOS PROCESADOS DE LA VISITA DE CAMPO

4.3. ESTUDIO DE SUELOS

4.3.1. TIPOS DE SUELOS DE LA SUB-RASANTE

En el cuadro N° 15 se describe las calicatas con los diferentes tipos de suelos encontrados en cada una de estas, con indicación del tipo de capas que conforman la sub-rasante y el kilometraje de la ubicación.

TABLA N° 0 17: TIPOS DE SUELOS DE LA SUB-RASANTE

CALICATA N°	PROGRESIVA	CAPA N°	PROFUNDIDAD (M)	TIPO DE SUELO	DESCRIPCIÓN
01	00+000	1	0.50 – 1.50	CL	Arcilla inorgánica, arcilla arenosa de mediana plasticidad, suelo húmedo algo compacto.
02	00+500	1	0.50 – 1.50	CL	Arcilla inorgánica, arcilla arenosa de mediana plasticidad, suelo húmedo algo compacto.
03	01+000	1	0.40 – 1.50	CH	Arcilla inorgánica de alta plasticidad, suelo de grano fino.
04	01+500	1	0.30 – 1.50	SC	Arena arcillosa, con 12% de finos que pasan el tamiz N°200, suelo granular grueso.
05	02+000	1	0.30 – 1.50	CH	Arcilla inorgánica de alta plasticidad, suelo de grano fino.
06	02+500	1	0.30 – 1.50	CH	Arcilla inorgánica de alta plasticidad, suelo de grano fino.

07	03+000	1	0.20 – 1.50	CL	Arcilla inorgánica, arcilla arenosa de mediana plasticidad, suelo húmedo algo compacto.
08	03+500	1	0.25 – 1.50	CL	Arcilla inorgánica, arcilla arenosa de mediana plasticidad, suelo húmedo algo compacto.
09	04+000	1	0.50 – 1.50	CL	Arcilla inorgánica, arcilla arenosa de mediana plasticidad, suelo húmedo algo compacto.
10	04+500	1	0.30 – 1.50	CL	Arcilla inorgánica, arcilla arenosa de mediana plasticidad, suelo húmedo algo compacto.
11	05+000	1	0.50 – 1.50	CL	Arcilla inorgánica, arcilla arenosa de mediana plasticidad, suelo húmedo algo compacto.
12	05+500	1	0.00 – 1.50	CH	Arcilla inorgánica de alta plasticidad, suelo de grano fino.
13	06+000	1	0.00 – 1.50	CL	Arcilla inorgánica, arcilla arenosa de mediana plasticidad, suelo húmedo algo compacto.
14	06+500	1	0.30 – 1.50	SC	Arena arcillosa, con 12% de finos que pasan el tamiz N°200, suelo granular grueso.
15	07+000	1	0.50 – 1.50	CL	Arcilla inorgánica, arcilla arenosa de mediana plasticidad, suelo húmedo algo compacto.
16	07+500	1	0.00 – 1.50	CL	Arcilla inorgánica, arcilla arenosa de mediana plasticidad, suelo húmedo algo compacto.
17	08+000	1	0.60 – 1.50	CL	Arcilla inorgánica, arcilla arenosa de mediana plasticidad, suelo húmedo algo compacto.
18	08+500	1	0.00 – 1.50	SC	Arena arcillosa, con 12% de finos que pasan el tamiz N°200, suelo granular grueso.
19	09+000	1	0.50 – 1.50	CL	Arcilla inorgánica, arcilla arenosa de mediana plasticidad, suelo húmedo algo compacto.
20	09+500	1	0.30 – 1.50	SC	Arena arcillosa, con 12% de finos que pasan el tamiz N°200, suelo granular grueso.
21	10+000	1	0.50 – 1.50	CL	Arcilla inorgánica, arcilla arenosa de mediana plasticidad, suelo húmedo algo compacto.

22	10+500	1	0.00 – 1.50	CL	Arcilla inorgánica, arcilla arenosa de mediana plasticidad, suelo húmedo algo compacto.
23	11+000	1	0.60 – 1.50	CL	Arcilla inorgánica, arcilla arenosa de mediana plasticidad, suelo húmedo algo compacto.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA – SEGÚN ESTUDIO DE SUELOS (ANEXO N° 04)

4.3.2. CAPACIDAD PORTANTE (CBR)

En el cuadro N° 16 se detalla los valores de C.B.R. obtenidos en cada calicata realizada, valores expresados en porcentajes:

TABLA N° 0 18: VALORES DE CBR DE LA SUB-RASANTE

CALICATA N°	PROGRESIVA	CBR (%) SUB-RASANTE
01	00+000	2.90
02	00+500	2.90
03	01+000	2.90
04	01+500	2.95
05	02+000	2.95
06	02+500	6.10
07	03+000	6.10
08	03+500	6.10
09	04+000	6.05
10	04+500	6.05
11	05+000	5.80
12	05+500	2.80
13	06+000	2.80
14	06+500	2.80
15	07+000	2.80
16	07+500	2.80
17	08+000	5.40
18	08+500	5.40
19	09+000	5.80
20	09+500	5.80
21	10+000	5.80
22	10+500	5.80
23	11+000	5.80

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA– SEGÚN ESTUDIO DE SUELOS (ANEXO N° 04)

4.4. ESTUDIO DE CANTERA Y FUENTES DE AGUA

4.4.1. UBICACIÓN DE LA CANTERA

Para el material de afirmado se cuenta con la cantera INDEPENDENCIA, dicho material cumple con las condiciones requeridas para el pavimento que no necesita ser mezclado con arcilla ni arena.

Nombre : Independencia

Ubicación : a 17+023 km de la zona en estudio.

Acceso : A través de Trocha Carrozable tramo Puerto Perú –Tupac Amaru Km. 15 + 023 desvío Margen Derecha 800 m aprox.

4.4.2. POTENCIA DE CANTERA

El volumen estimado de la cantera, es de 100 000 m³ aproximadamente, con un rendimiento al 80%. Apta para uso de capa de afirmado, relleno, mejoramiento de subrasante, el periodo de uso es en todo el año, sin interrupción del tiempo.

4.4.3. FUENTE DE AGUA

Quebrada Candado

Ubicación : a la altura del km 06 + 213.14

4.4.4. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES

La Cantera, es apropiada para usarla en la capa de afirmado. Los análisis y pruebas de laboratorio demuestran que no será necesario combinar y/o mezclar con material ligante y/o arcilla, por cuanto sus características son apropiadas para el fin propuesto.

4.4.5. ENSAYOS DE LABORATORIOS EFECTUADOS

Los análisis y pruebas de laboratorio que se realizaron de esta cantera se muestran en el Cuadro N° 19.

TABLA N° 0 19: ENSAYOS DE LABORATORIO EFECTUADOS

N°	TIPO DE ENSAYO	MÉTODO USADO
1	Humedad Natural	ASTM - 2216
2	Límite Líquido	ASTM D - 4318
3	Límite Plástico	ASTM D - 4318
4	Análisis Granulométrico por Tamizado	ASTM D - 422
5	Gravedad Específica de Sólidos	ASTM D - 854
6	Peso Volumétrico	ASTM D - 2937

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA – SEGÚN ESTUDIO DE SUELOS (ANEXO N° 04)

4.5. DISEÑO DE PAVIMENTOS

4.5.1. VOLUMEN DE TRÁFICO

En el tramo en estudio circulan por lo común camiones de bajo tonelaje y simples de 2 ejes. Entran y salen aproximadamente 23 vehículos por día, acentuándose el movimiento de vehículos en épocas de siembra y cosecha. Ver tabla N° 18 no existen empresas regulares de transporte de pasajeros entre San Juan de Pamplona, Santa Clara y Villa Hermosa.

TABLA N° 0 20: TIPO DE VEHÍCULOS

TIPO DE VEHÍCULOS	FRECUENCIA DIARIA
Camioneta	5
Camión	6
Camión Simple de 2 ejes	12
TOTAL	23

FUENTE: CONTEO DE VEHÍCULOS DIARIO

4.5.2. ANÁLISIS DE TRÁFICO

Las conclusiones de estudio de tráfico indican que los volúmenes mayores de tránsito se producirán en los meses de verano, mientras que en el resto del año se tendrá un tráfico mínimo a nulo. Esta situación justifica la adición de valores conservativos para diseño, los cuales pueden definirse en base a métodos aproximados.

Es común la carencia de un registro sistemático de datos en caminos de bajos volúmenes, que permiten efectuar análisis de tráfico exhaustivo, como sería deseable. En nuestro caso el conteo de tráfico tomado solamente circula como máximo 23 vehículos, tomando en consideración este aspecto y que en realidad los requerimientos de espesores de diseño para pavimentos tienen una variación poco sensible para valores bajos de repeticiones del eje de carga equivalente, se aplicará para fines de análisis de tráfico un método.

4.5.3. DISEÑO DEL ESPESOR DEL PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE NAASRA

Para el dimensionamiento de los espesores de la capa de afirmado, se adoptó como representativa la siguiente ecuación del método NAASRA, (National Association of Australian State Road Authorities), que relaciona el valor soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmado, expresada en Número de Repeticiones de EE:

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} CBR) + 58 \times (\log_{10} CBR)^2] \times \log_{10} (Nrep/120) \quad (27)$$

Donde:

e = Espesor de la capa de afirmado en mm.

CBR = Valor del CBR de la subrasante.

Nrep = Número de repeticiones de EE para el carril de diseño.

4.5.4. NUMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES

Con los datos obtenidos en el Estudio de Tráfico se determinará el número acumulado de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2 Toneladas para el periodo de diseño, de acuerdo a la fórmula:

Nrep de EE 8.2t = $\Sigma [EE_{\text{día-carril}} \times 365 \times ((1+t)^n - 1)] / (t)$

EE_{día-carril} = EE x Factor Direccional x Factor Carril

EE = N° de vehículos según tipo x Factor de carga x Factor de Presión de Llantas

Donde:

Nrep de EE 8.2t = Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2t

EE_{día-carril} = Ejes Equivalentes por día para el carril de diseño

365 = Número de días del año

t = Tasa de proyección del tráfico, en centésimas

EE = Ejes Equivalentes

Factor Direccional = 0.5, corresponde a caminos de dos direcciones por calzada

Factor Carril = 1, corresponde a un carril por dirección o sentido


Factor de Presión de Llantas = 1, este valor se estima para los CBVT y con capa de revestimiento granular.

El IMD lo obtenemos de los estudio de tráfico, en este caso y a criterio propio se toman los valores del IMD proyectado en el máximo período de diseño que son 10 años y vehículo pesados de 2 ejes.

IMD= N° de vehículos según tipo = 12 (Vehículos Pesados).

Así mismo, se ha empleado una tasa de crecimiento de 1.9%, de acuerdo a los datos estadísticos de INEI con un periodo de diseño de 10 años.

4.5.4.1. FACTOR DE EQUIVALENCIA POR EJE

CONFIGURACIÓN VEHICULAR	DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LOS VEHÍCULOS		LONG. MÁXIMA (M)
C2			12.3
	$EE_{S1} = [P/6.6]^4$	$EE_{S2} = [P/8.2]^4$	
Ejes	E1	E2	
Carga Según Censo de Carga (t)	7	10	
Tipo de Eje	Rueda Simple	Rueda Doble	
Peso	7	10	Total Factor Camión C2
Factor E.E.	1.265	2.212	3.477

Factor Carga: 3.477

4.5.4.2. CALCULO DE NUMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES

EE = N° de vehículos según tipo x Factor de carga x Factor de Presión de Llanta

Reemplazamos: $EE = 12 \times 3.477 \times 1 = 41.724$

EE_{día-carril} = EE x Factor Direccional x Factor Carril

Reemplazamos: $EE_{día-carril} = 41.724 \times 0.5 \times 1 = 20.862$

Nrep de EE 8.2t = $\sum [EE_{día-carril} \times 365 \times ((1+t)^n - 1)] / (t)$

Reemplazamos: Nrep de EE 8.2t = $\sum [20.862 \times 365 \times ((1+0.019)^{10} - 1)] / (0.019)$

Nrep de EE 8.2t=82997.89653

4.5.4.3. CALCULO DEL ESPESOR DEL AFIRMADO

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} CBR) + 58 \times (\log_{10} CBR)^2] \times \log_{10} (Nrep/120)$$

Donde:

e = Espesor de la capa de afirmado en mm.

CBR = Valor del CBR de la subrasante = 15% Valor de la (Subrasante Mejorada).

Nrep = Número de repeticiones de EE para el carril de diseño = 82997.89653

Reemplazamos:

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} 15) + 58 \times (\log_{10} 15)^2] \times \log_{10} (82997.89653/120)$$

$$e = 145.032 \text{ mm} = 15 \text{ cm (Espesor del afirmado)}$$

CBR % Diseño	EJES EQUIVALENTES																		
	10,000	20,000	25,000	30,000	40,000	50,000	60,000	70,000	75,000	80,000	90,000	100,000	110,000	120,000	130,000	140,000	150,000	200,000	300,000
ESPESOR DE MATERIAL DE AFIRMADO (mm)																			
6	200	200	250	250	250	250	250	250	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	350
7	200	200	200	200	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	300	300	300	300
8	150	200	200	200	200	200	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	300
9	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200	250	250	250	250	250	250	250	250	250
10	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	250	250	250	250
11	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	250	250
12	150	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
13	150	150	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
14	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200
15	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200
16	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	200	200	200	200
17	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	200	200
18	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	200
19	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
20	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
21	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
22	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
23	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
24	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
25	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
26	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
27	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
28	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
29	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
30	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
>30 *	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150

(*) Subrasante con CBR <6%, serán materia de estabilización o mejoramiento de subrasante, según los criterios expuestos en el Capítulo 9
Estabilización de Suelos

4.6. SEÑALIZACIÓN

Los hitos kilométricos y señalización, se realizarán de acuerdo al Reglamento de señalización vigente del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

Se considera las señales informativas (02), preventivas (28) e hitos kilométricos (12) que sea necesario para una mejor seguridad y un buen uso de la vía. Las señales diseñadas para el presente proyecto se encuentran en los anexos.

4.7. DISEÑO DE OBRAS DE ARTE

4.7.1. DISEÑO DE ALCANTARILLAS

El diseño de alcantarillas se encuentra en los anexos y estarán ubicados en las progresivas que a continuación se detalla:

TABLA N° 0 21: OBRAS DE ARTE PROYECTADAS

UBICACIÓN	TIPO	DIÁMETRO	LONGITUD	PENDIENTE
00 + 137	TMC	24"	9.60	2%
00 + 315	TMC	24"	9.60	2%
00 + 603	TMC	24"	9.60	2%
00 + 829	TMC	24"	9.60	2%
01 + 463	TMC	24"	9.60	2%
02 + 012	TMC	24"	9.60	2%

02 + 202	TMC	24"	9.60	2%
02 + 592	TMC	24"	9.60	2%
02 + 802	TMC	24"	9.60	2%
03 + 007	TMC	24"	9.60	2%
03 + 410	TMC	24"	9.60	2%
03 + 861	TMC	24"	9.60	2%
04 + 220	TMC	24"	9.60	2%
04 + 328	TMC	24"	9.60	2%
04 + 567	TMC	24"	9.60	2%
04 + 687	TMC	24"	9.60	2%
04 + 984	TMC	24"	9.60	2%
05 + 275	TMC	24"	9.60	2%
05 + 514	TMC	24"	9.60	2%
05 + 725	TMC	24"	9.60	2%
06 + 394	TMC	24"	9.60	2%
06 + 590	TMC	24"	9.60	2%
07 + 136	TMC	24"	9.60	2%
08 + 687	TMC	24"	9.60	2%
08 + 879	TMC	24"	9.60	2%
09 + 220	TMC	24"	9.60	2%
09 + 328	TMC	24"	9.60	2%
09 + 567	TMC	24"	9.60	2%
09 + 687	TMC	24"	9.60	2%
09 + 984	TMC	24"	9.60	2%
10 + 275	TMC	24"	9.60	2%
10 + 514	TMC	24"	9.60	2%
10 + 725	TMC	24"	9.60	2%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA - SEGÚN CALCULO DEL DISEÑO DE ALCANTARILLAS (ANEXO N° 02)

4.8. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del presente proyecto tiene por finalidad definir las medidas de mitigación de los impactos ambientales que pudieran generarse por la ejecución y operación del mencionado camino vecinal, comprende:

Identifica y predice los impactos ambientales que la obra podría ocasionar en los diversos componentes ambientales; así como los que podrían ser ocasionados por el medio ambiente sobre la obra. Evalúa los impactos potenciales que se presenten durante la

ejecución del proyecto por ubicación de campamentos, canteras, movimiento de tierras, botaderos para la eliminación de excedentes de corte, desperdicios, derrumbes; así como otros aspectos de tipo topográfico, hidrológico, geológico, etc., que permiten predecir con mayor precisión los impactos que se generan en el entorno ambiental por la ejecución del proyecto de construcción de la Carretera en mención.

Durante el proceso constructivo, bajo la estricta vigilancia del Ingeniero Inspector, se deberá observar los lineamientos básicos establecidos en el Manual Ambiental para la Construcción de Vías, fundamentalmente en los aspectos relacionados a:

Normas sobre calidad y uso de agua

Normas Ambientales para obras de drenaje

Normas para estabilización de taludes

Medidas de comportamiento del personal, entre otros.

4.8.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Dada la naturaleza de los trabajos a realizar, es posible señalar que no se producirán mayores alteraciones en el medio ambiente, debido a que, en general los impactos negativos atribuidos al proyecto han sido como considerados como menores y localizados. La ejecución del presente proyecto, traerá consigo muchos beneficios directos e indirectos para la población beneficiada, generando un desarrollo socio-económico sostenido, mejorando las condiciones de vida de ésta.

Los impactos directos e indirectos positivos generados por el Proyecto, se reflejarán en los siguientes aspectos:

Facilitar el tráfico y tránsito hacia las zonas de influencia

Mayor intercambio comercial entre las pequeñas localidades y caseríos con los polos de desarrollo regional.

Disminución de costos de operación y mantenimiento vehicular y en consecuencia, menor costo del transporte de pasajeros y carga.

Disminución de tiempo de viaje

Considerando que las obras de mejoramiento y operación, generaran impactos ambientales directos e indirectos en el área de influencia del Proyecto, en el Estudio del Impacto Ambiental, deberá presentarse el Plan de Manejo Ambiental con el fin de formular acciones y/o medidas que permitan evitar y/o atenuar a niveles compatibles con el medio ambiente. En consecuencia, el Plan de Manejo Ambiental, será el instrumento de gestión que se deberá hacer cumplir de manera que no se origine alteraciones

ambientales. La implementación de los siguientes programas, se constituye en instrumentos de esta estrategia:

Programa de acción preventivo y/o correctivo.

Programa de seguimiento y/o vigilancia.

Programa de educación ambiental

Programa de contingencias

Programa de abandono y restauración al término de la Obra.

En este contexto, durante el proceso constructivo, bajo la estricta vigilancia del Ingeniero Inspector, se deberá observar los lineamientos básicos establecidos en el Manual Ambiental para el mejoramiento de vías, fundamentalmente en los aspectos relacionados a:

Normas sobre calidad y uso de agua

Normas Ambientales para obras de drenaje

Normas para estabilización de taludes

Medidas de comportamiento del personal, entre otros.

4.8.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES

Antes de proceder a identificar y evaluar los impactos del presente Proyecto, es necesario realizar la selección de componentes Inter - actuantes. Esto consistirá en conocer y seleccionar las principales actividades del Proyecto y el conjunto de elementos Ambientales del entorno físico, biológico, socio-económico y cultural que intervienen en dicha interacción.

Componentes ambientales que podrían sufrir impactos

Del medio físico

Aire

Agua

Suelo

Relieve

Paisaje

Del medio biológico

Flora y Fauna

Del medio socio-económico y cultural

Transitabilidad vial

Actividad comercial local

Capacidad adquisitiva de la población local

Cobertura de los servicios de salud

Tranquilidad pública

Generación de empleo

Seguridad pública

V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. ESTUDIO SOCIOECONÓMICO

A través de los resultados obtenidos, se puede resaltar que las localidades aledañas a la zona en estudio se encuentran en una etapa de desarrollo atrasado, debido a la falta de comunicación vial y a los bajos ingresos económicos que genera este problema.

La mayoría de los pobladores con una educación superior, tienen mayor incidencia en la actividad agrícola, siendo los principales cultivos el maíz, arroz, plátano, yuca, palma, papaya entre otros, los cuales se conducen en condiciones de mediana tecnología. No existe competitividad económica debido a la situación actual del camino, ya que trasladar sus productos hacia los principales mercados de consumo local, regional y nacional hace dificultoso y hasta a veces caro.

Esta situación será superada con una alternativa de solución técnico-económica para la construcción de la carretera a nivel de afirmado, la vía se encuentra dentro de la categoría de TERCERA CLASE con una longitud de 11+000 Km, se consideró para el diseño del espesor del afirmado el Manual de Carreteras No Pavimentadas con Bajo Volumen de Transito, ya que se trata de una carretera de índice Medio Diario (IMD), menor a 200 vehículos por día.

5.2. ESTUDIOS DE INGENIERÍA

5.2.1. MECÁNICA DE SUELOS

Las calicatas se realizaron en la vía, se ubicaron cada 500 mts, de acuerdo a la guía del MTC, la construcción de calicatas del Tramo se inició en el Km 00 + 000 y se terminó en el Km 11 + 000.

Para determinar la capacidad portante de la sub-rasante, se realizó un total de 23 calicatas a lo largo de todo el camino.

En las diferentes calicatas realizadas se pudo observar claramente la uniformidad del perfil estratigráfico del terreno llegando a obtener una clasificación de suelos (CL) según la clasificación de suelos por el método de SUCS y que forma parte de los suelos arcillosos inorgánicos de baja plasticidad.

Correspondiente a la cantera del cual se obtendrá material para el afirmado, presenta características adecuadas para ser explotada ya que presenta material ligante en un porcentaje moderado.

5.2.2. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA

Para el diseño geométrico es determinante conocer la topografía, para determinar los diferentes parámetros máximos y mínimos que la norma de diseño para Caminos Vecinales de bajo volumen de tránsito del Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú establece. El diseño geométrico de la carretera en estudio presenta características que benefician a los pobladores, garantizando la seguridad, el buen servicio, además es económica para una solución a menor tiempo posible.

5.2.3. DISEÑO DEL PAVIMENTO

Para el dimensionamiento de espesores de afirmado, se utilizó la ecuación del método NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities) que relaciona el valor soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmado.

El conteo vehicular IMD actual por día es de 23 vehículos/día (camioneta, camión, camión simple de dos ejes), la cual amerita realizar una calzada de 4.50 m de ancho, de un carril en dos sentidos.

5.2.4. DISEÑO DE OBRAS DE ARTE

Las obras de arte son el complemento de las obras viales que sirven para prevenir y proteger a la estructura vial del contacto del agua, para ello se construirán cunetas de sección triangular revestida con concreto simple de 10 cm de espesor, de acuerdo a la topografía de la zona, también se proyectó la construcción de 33 alcantarillas de TMC en el transcurso de la carretera.

5.2.5. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

El objetivo básico del estudio en impacto ambiental de la carretera San Juan de Pamplona – Santa Clara – Villa Hermosa, es el control de los impactos ambientales negativos durante la construcción, operación y mantenimiento se debe desarrollar las medidas de control de impactos ambientales negativos, los de contingencia, seguimiento y monitoreo.

5.3. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

La contrastación de la hipótesis se hizo a la necesidad de presentar una mejora en la calidad de vía, que atienda a la población y apunte al traslado de los productos sembrados y cosechados en la zona, generando la reducción de los costos en transporte con el consecuente incremento de beneficios para productores y buscar el financiamiento para su ejecución de tal manera contar con una vía en condiciones óptimas. Por tanto la

hipótesis, es correcta, porque formara parte de expediente técnico, para poder solicitar su financiamiento y así al ser ejecutada se pondrá contar con un camino en condiciones de transitabilidad, por consecuencia mejorará las condiciones socioeconómicas de la población.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

El Diseño Geométrico y el espesor adecuado del afirmado del Camino Vecinal, mejorará el nivel de vida de la población ya que facilitara el incremento de la producción y acceso a los servicios básicos primarios como salud, educación, seguridad, entre otros.

Para elaborar el diseño del camino vecinal se cumple con los parámetros establecidos en las normas de carreteras de bajo volumen de tránsito que están vigente en nuestro país.

El diseño de una carretera no es solamente diseñar las dimensiones de los diferentes componentes geométricos, sino que involucre el diseño de pavimento y el diseño del sistema de drenaje.

El periodo de diseño será 20 años para todas las estructuras, considerando los diversos parámetros de la vida útil de los elementos que conforman la infraestructura vial.

El cálculo del CBR en laboratorio nos permitió poder diseñar el espesor del afirmado, ya que todos los diseños de pavimentos granulares están basado en este valor. Un mal estudio de laboratorio incidirá indefectiblemente en un diseño antieconómico.

Para el Espesor del pavimento se empleó el método de NAASRA ya que cumple con las expectativas propuestas, para el diseño de caminos de bajo volumen de tránsito.

Se optó por alcantarillas de tubería metálica corrugada (TMC) por su fácil armado y colocado, con diámetros mínimo de 24", para garantizar la facilidad en el mantenimiento de los conductos.

6.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda la capacitación a pobladores y a todos los que hacen uso de la vía, con la finalidad de crear conciencia sobre la seguridad vial, promover actitudes responsables para el mantenimiento de la vía, no dañando las señales de tránsito, para conservar la vía en óptimo estado de funcionalidad y así evitar los accidentes de tránsito.

En momento de ejecución se debe tener cuidado en la calidad de los materiales debiendo ser estos de primera calidad y cumplir con los requisitos mínimos requeridos para este tipo de obra.

Se recomienda que antes de colocar el material de afirmado, se debe tener especial cuidado en eliminar todo tipo de material extraño que resultan perjudiciales para la construcción, tales como raíces, palos, troncos o material orgánico en descomposición.

Se deberá implementar un plan de mantenimiento de la infraestructura vial dándole énfasis al sistema de drenaje, puesto que estadísticamente está demostrado que el agua es el mayor causante de daños y destructor de caminos.

VII. BIBLIOGRAFÍA

7.1. BIBLIOGRAFÍA

Alva, J. E. Mecánica de Suelos. Lima – Perú.

Cárdenas, J. (2002): Diseño Geométrico de Carreteras. Colombia

Braja, D. (2014): Fundamentos de Ingeniería Geotécnica.

Comité Peruano De Mecánica De Suelos, Fundaciones y Mecánica De Rocas (1991): VI Congreso Nacional de Suelos E Ingeniería de Cimentaciones (Ponencias). Lima – Perú

Dirección De Caminos (1996): Especificación para Construcción de Puentes y Carreteras. Lima – Perú.

Ediciones Ciencias (1996): El arte trazado de Carreteras. Lima-Perú.

Garber, N. y Hoel L. (2005): Ingeniería de Transito y de Carreteras.

Gobierno Regional De San Martín (2004): Plan Vial Participativo Departamental de San Martín. Moyobamba-Perú.

Gonzáles, J. E (2016): Tesis Estudio Definitivo a Nivel de Afirmado del Camino Vecinal Emp. R05N (Km 17 + 000) – Nueva Vida, Distrito de Juanjui, Provincia de Mariscal Cáceres, Región San Martin. Morales – Perú.

Guerra, C. (1997): Carreteras, Ferrocarriles, Canales, Localización y Diseño Geométrico. Lima – Perú.

Ibáñez, W. (1992): Costos y Tiempos en Carreteras. Perú.

Instituto De Construcción Y Gerencia, Diseño, Construcción y Mantenimiento. Perú.

Juárez, E. y Rico, A. (1938): Mecánica de Suelos. México.

Linsley, R., Kohler, M. y Paulus, J. (1977): Hidrología para Ingenieros. México.

Ministerio De Transportes Y Comunicaciones (1981): Funciones y Procedimientos para la Supervisión y Control de Construcción de Carreteras. Lima – Perú.

Ministerio De Transportes Y Comunicaciones (2000): Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras. Perú.

Ministerio De Transportes Y Comunicaciones (2008): Manual de Diseño Geométrico de Carreteras no Pavimentadas y Bajo Volumen de Transito. Perú.

Ministerio De Transportes Y Comunicaciones (2006): Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial. Perú.

Mollan, J. (1987): Construcción I. Tarapoto – Perú.

Olivera, F. (1998): Estructuración de Vías Terrestres. México.

Pinedo, A (2010): Tesis Diseño y Rehabilitación del Camino Vecinal Pelejo – Papaplaya, Tarapoto – Perú.

Pintado, Ch. C. (2016): Tesis Estudio Definitivo del Camino Vecinal Soritor Alto San Martin a Nivel de Afirmado Distrito de Soritor Provincia de Rioja Region San Martin, Morales – Perú.

Ponce, J. M. (2010): Tesis Estudio Definitivo a Nivel de Ejecución del Camino Vecinal Calzada – Sector Potrerillo tramo: km 0 + 000 – km 2 + 920. Morales – Perú.

Pulgar, J. Geografía del Perú.

Villegas, J. G. y Salas, J. (2012): Tesis Diseño Geométrico y de Pavimentos de la Carretera Ledoy – Bellavista. Morales – Perú.

Villon, M. (1995) Hidráulica de Canales. Costa Rica.

7.2. LINKOGRAFÍA

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), censo poblacional 2007

<http://fernandobelaundeterry.com.pe/la-carretera-marginal-de-la-selva/>

<http://larepublica.pe/politica/368177-sucedio-caminos-y-carreteras>

VIII. ANEXOS